

Pengaruh Jarak Angkut dan *Grade* Jalan Terhadap Biaya Operasional Alat Angkut dari *Front* Penambangan Menuju *Dumping Area* untuk Efisiensi Biaya Produksi pada Penambangan Batu Kapur Bulan Oktober 2019 di PT. Semen Padang

Vela Yulia^{1*}, and Murad M.S^{2**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*velayulia0226@gmail.com

**muradms@ft.unp.ac.id

Abstract. PT. Semen Padang uses an open mining system using the Quarry method, a heavy a heavy equipment used by PT. Semen Padang is a HD komatsu 785-7 conveyance for transporting limestone from the front to the crusher. fuel is a contributor to mining operating costs the biggest. The hauling distance from the PNB 9 front to dumping around 2,1 Km i, and the road grade exceeds the company standard, the company standard for grade is 10%, while there are 17,8% of real estate in the road grade, with such hauling distance and grade will certainly affect the operational costs of hauling, the age of the equipment transport often suffers damage, so the costs incurred large seen from the maintenance and replacement of spareparts. This method utilizes a simple linear regression, the HD komatsu 785-7 hauling distance has a 93% influence and for the influence of HD komatsu 785-7 hauling road grade DK-16 units are 89%, DK-17 is 97%, DK-18 is 92% and DK-19 has an influence of 96%. For the DK-16 fuel consumption costs Rp. 124.896.510 DK-17 is Rp. 220.604.835, DK-18 is Rp. 67.737.900, and DK-19 is Rp. 145.370.100. For maintenance costs and spareparts DK-16 is Rp.98.861.500 DK-17 is Rp.99.931.629 DK-18 is Rp.189.447.578 DK-19 is Rp. 10.886.820.

Keywords: Hauling Distance, Grade Of Road, Fuel Consumption Cost, Maintenance Cost, Sparepart Cost.

1 Pendahuluan

Industri pertambangan merupakan suatu rangkaian kegiatan yang memiliki jangka waktu yang lama serta biaya yang tidak sedikit, serangkaian kegiatan industri tersebut yaitu kegiatan penambangan yang meliputi dari penggalian (*digging*), pemuatan (*loading*), serta pengangkutan (*hauling*) untuk memperoleh keuntungan yang optimal dari kegiatan industri pertambangan tersebut salah satunya perlu adanya kajian mengenai biaya operasional pada alat angkut. Kegiatan penambangan dengan menggunakan sistem tambang terbuka dengan metoda *Quarry*^[1], penambangan mengkombinasikan alat gali muat dan angkut mekanis dengan berbagai tipe dan jenis, saat ini alat berat yang digunakan PT. Semen Padang adalah sebagai alat muat menggunakan *excavator caterpillar* 03 dan *excavator Hitachi* 06, dan alat angkut *HD komatsu* 785-7 dan *HD Caterpillar* 777-D untuk mengangkut batu kapur dari

front ke *crusher*. Penggunaan alat angkut sebagai peralatan utama dalam kegiatan operasional penambangan tidak dapat berjalan tanpa bahan bakar, karena bahan bakar merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan karena terdapat kecenderungan peningkatan bahan bakar akan mempengaruhi biaya produksi, penggunaan bahan bakar solar merupakan salah satu penyumbang biaya operasional penambangan yang paling besar sehingga mengharuskan selalu mengevaluasi penggunaan bahan bakar yang digunakan agar efisien.

Jarak angkut dari *front* ke *dumping* sekitar 2,1 Km merupakan *front* paling jauh dari *front* sebelumnya dan lokasi paling puncak dengan jalan yang menanjak, dan *grade* jalan yang melebihi standar dari perusahaan, standar perusahaan untuk *grade* yaitu 10%, menurut Kepmen 1827 K untuk *grade* jalan hanya 12%,

sedangkan real dilapangan untuk grade jalan ada yang 17,8 %, dengan keadaan jarak angkut dan *grade* yang seperti itu tentu akan mempengaruhi biaya operasional pada *hauling*, yaitu biaya bahan bakar, selain itu keadaan umur alat yang sudah bertahun alat angkut sering mengalami kerusakan, sehingga biaya yang dikeluarkan besar dilihat dari *maintenance* dan pergantian *sparepart*, dengan adanya kajian mengenai biaya operasional pada alat angkut maka kita dapat mengetahui pengeluaran biaya pada alat angkut, sehingga berguna untuk efisiensi biaya pada alat angkut.

Salah satu komponen yang sangat penting dalam kegiatan operasional penambangan adalah kebutuhan bahan bakar^[2], untuk berapa besar pengaruh dari jarak angkut dan *grade* jalan menggunakan analisa statistik regresi linear sederhana maka didapat pengaruh dari jarak angkut sebesar 93% dan untuk *grade* jalan mempunyai pengaruh 97%, kebutuhan bahan bakar yang ditargetkan perusahaan adalah 57,7 liter/jam, sedangkan *real* dilapangan adalah 64 liter/jam, dengan kondisi jarak tempuh dan *grade* jalan yang tidak sesuai standar dan pada saat *hauling* alat yang digunakan ada yang *break down* sehingga perlu ke *workshop*, jarak sekitar 3 Km dan *grade* yang melebihi standar dari perusahaan 10% sedangkan aktual dilapangan adalah 17,8%, dengan *grade* yang melebihi standar, dengan jarak angkut dari *front* ke *dumping area* mempunyai kondisi jalan yang menanjak akan mengurangi kecepatan tetapi lebih banyak bahan bakar yang di pakai pada HD *Komatsu* 785-7 Sehingga dapat memperlambat kinerja HD *komatsu* 785-7 menyebabkan biaya akan meningkat. Bahan bakar memberikan pengaruh besar terhadap biaya operasional penambangan adapun yang juga berpengaruh terhadap bahan bakar tersebut adalah kondisi alat angkut yang digunakan, selain dari biaya bahan bakar dengan umur alat yang bertahun sering melakukan *maintenance* terhadap alat dan pergantian *spare part* alat^[3], Sehingga perlu diperhatikan biaya yang dikeluarkan dikarenakan alat angkut merupakan alat yang terus *mobile*, maka perlu dilakukan perawatan teratur di karenakan umur alat yang sudah bertahun.

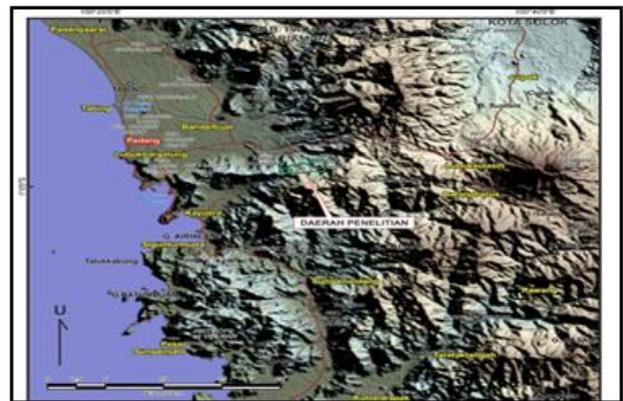
Untuk target *grade* perusahaan adalah 10 %, untuk aktualnya tidak sesuai dengan target dari perusahaan, sehingga perlu analisis terhadap biaya dari jarak dan *grade* jalan terhadap *fuel consumption*, *maintenance* dan *sparepart*, seperti biaya bahan bakar yang digunakan, karena pada alat angkut untuk beda % kemiringan akan berbeda pula biaya yang dikeluarkan maka perlunya analisa terhadap biaya bahan bakar yang digunakan dan *spare part*, and *maintenance* alat. Oleh karena itu perlu adanya kajian terhadap biaya operasional penambangan yang digunakan pada alat angkut di PT. Semen Padang agar penggunaan bahan bakar, dan biaya lainya pada alat angkut menjadi efisien ketika berlansungnya *hauling*. Untuk meningkatkan keuntungan yang diperoleh perusahaan, maka perusahaan perlu meningkatkan target produksi dengan cara melakukan perencanaan ulang terhadap desain penambangan yang telah ada^[4].

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Lokasi Penelitian

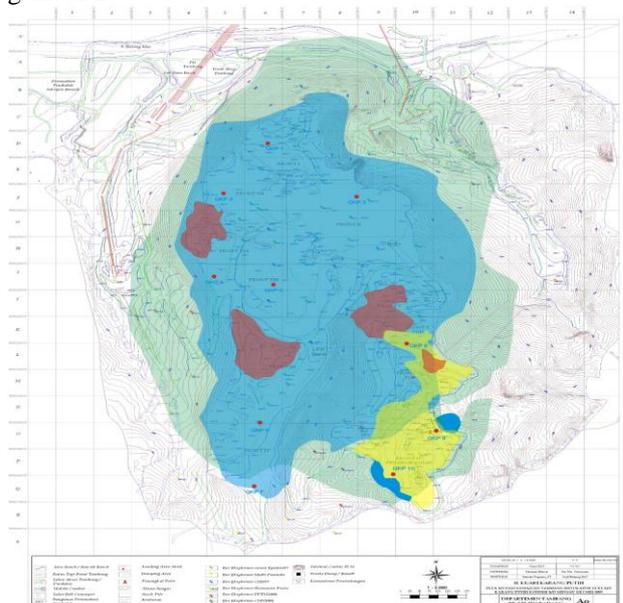
PT. Semen Padang terletak di Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan yang jaraknya ± 14 Km dari Pusat Kota Padang dengan ketinggian ± 200 M dari permukaan laut. Lokasi tambang PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih, Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat ± 15 KM di sebelah Timur Kota Padang. Secara geografis terletak pada $1^{\circ} 04' 30''$ LS sampai $1^{\circ} 06' 30''$ LS dan $100^{\circ} 15' 30''$ BT sampai $100^{\circ} 10' 30''$ BT. Berbatasan ke arah Barat dengan Kota Padang, ke arah Timur dengan Kabupaten Solok, ke arah Utara dengan Kabupaten Agam dan ke arah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan. PT. Semen Padang dilalui oleh jalan utama yang menghubungkan Kota Padang dan Kota Solok. Lokasi penambangan batu kapur dan silika ini dihubungkan dengan jalan yang telah dibeton.

Lokasi PT. Semen Padang dapat dilihat pada gambar 1.



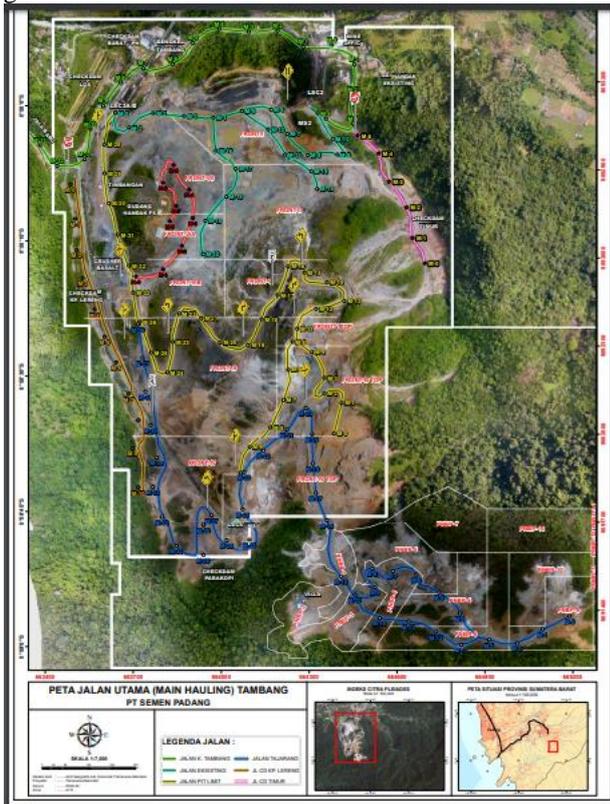
Gambar 1. Lokasi PT. Semen Padang

Peta Geologi PT. Semen Padang dapat dilihat dari gambar 2.



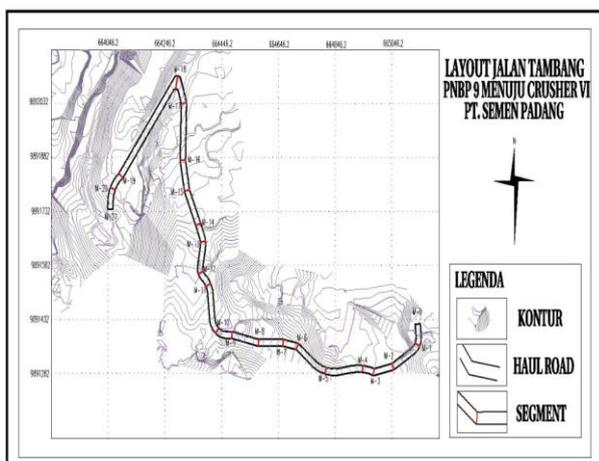
Gambar 2. Peta Geologi PT. Semen Padang

Peta *Mine Road* PT. Semen Padang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Peta *Mine Road*

Desain jalan lokasi penelitian dapat dilihat dari gambar 4.



Gambar 4. *Layout* lokasi Penelitian

2.2 Jarak Angkut

Lokasi pemuatan batu kapur (*loading point*) PT. Semen Padang terdapat di area Tajarang lokasi PNB 9, jalan angkut yang digunakan PT. Semen Padang dalam pengangkutan batu kapur menghubungkan *front* penambangan batu kapur dengan mobile crusher VI untuk saat hauling bermuatan berjarak 2,1 Km, dan untuk hauling kosong 2,1 Km dengan jarak total 4,2 Km (berdasarkan pengamatan jarak dari Km *dumpruck*

dilapangan) dengan alat angkut yang digunakan adalah *dumpruck komatsu HD 785-7*.

2.3 Grade Jalan

Grade jalan angkut dapat berupa jalan nanjak ataupun jalan menurun yang disebabkan perbedaan ketinggian pada jalur jalan, kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik dalam pengereman maupun mengatasi tanjakan, kemampuan untuk setiap alat angkut tidak sama tergantung jenis alat angkut itu sendiri, sudut kemiringan jalan biasanya dinyatakan dalam persen yaitu beda tinggi setiap seratus satuan panjang jarak mendatar^[5].

$$\text{Grade} = (\Delta h / \Delta x) \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

Δh = beda tinggi antara dua titik yang diukur (meter)

Δx = jarak datar antara dua titik yang diukur (meter)

Menurut Kepmen 1827 K untuk standar *grade* jalan adalah 12%^[6]. *Grade* 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.

2 4 Biaya Operasional Alat Angkut

2.4.1 Biaya Fuel Consumption

Fuel Consumption merupakan hal utama yang selalu jadi pertimbangan untuk pemilihan suatu alat, pada penggunaan bahan bakar Perilaku operator sangat menentukan meliputi, panjang lintasan, banyaknya waktu berhenti, muatan alat, dan kondisi jalan sangat mempengaruhi bahan bakar, karena secara umum *fuel consumption* penyumbang *cost* operasional yang paling besar.

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

Fuel Consumption

$$= \text{Total fuel} / \text{jam kerja} \quad (2)$$

$$\text{Biaya fuel consumption} = \text{Total fuel} \times \text{Rp. 7611} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & \text{Fuel consumption/ grade} \\ & = \frac{(\text{fuel consumption/ltr} \times \text{jarak tempuh/jam})}{\text{Total fuel}} \quad (4) \end{aligned}$$

2.4.2 Biaya Sparepart

a. Pelumas

Jenis pelumas antara lain: pelumas engine, pelumas final drive, pelumas transmisi, pelumas hydraulic dan gemuk (grease). Pergantian pelumas untuk setiap komponen alat berbeda- beda. Umur pelumas engine 500 jam, umur pelumas final drive 2000 jam, umur pelumas transmisi 1000 jam, umur pelumas hydraulic 2000 jam dan umur pelumas gemuk 168 jam. Pemakaian pelumas sama halnya dengan pemakaian bahan bakar yang dipengaruhi oleh kondisi medan kerja dimana semakin berat kondisi kerja maka pemakaian pelumas akan semakin besar. Biaya pelumas ini dihitung dengan persamaan sebagai berikut^[7].

$$\begin{aligned} & \text{Biaya per jam} = \\ & \text{Pemakaian pelumas per jam} \times \text{harga pelumas} \quad (5) \end{aligned}$$

b. Biaya Filter

Jumlah filter setiap alat berbeda- beda, tetapi umur filter seluruh unit sama adalah 500 jam, Jumlah filter *Dumptruck* Komatsu HD 7 adalah 17 buah antara lain: 4 filter engine, 6 filterfuel, 3 filter transmisi dan 4 filter hydraulic. Biaya pergantian filter ini dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Biaya/jam} = \frac{\text{Jumlah Pemakaian per unit} \times \text{Harga Filter}}{\text{Umur Filter}} \quad (6)$$

c. Biaya Pergantian Ban / Undercarrige

Umur ban/ undercarrige dari alat berat tidak dapat ditentukan secara pasti karena akan sangat bergantung pada keadaan mesin, kecepatan kendaraan, tekan dan keadaan jalan tambang itu sendiri. Biaya pemakaian ban/ undercarrige dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} & \text{Biaya per jam} \\ & = \frac{\text{Harga Ban/Undercarrige}}{\text{Umur Ban/Undercarrige}} \quad (7) \end{aligned}$$

d. Biaya Operasi Pemeliharaan Alat (*Maintenance Alat*)

Biaya operasi pemeliharaan alat adalah biaya perbaikan dan perawatan yang sangat dipengaruhi oleh kondisi operasinya. Semakin berat kondisi kerja

makin besar pula biaya perbaikannya. Pemeliharaan alat dilakukan setelah habisnya masa pemakaian alat, sehingga perlu dilakukan pergantian komponen atau bagian- bagian alat tersebut. Biaya pemeliharaan alat berat adalah 50 % dari harga pembelian alat tersebut dan umur ekonomis alat berat adalah 20.000 jam. Biaya pemeliharaan alat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Biaya/ jam} = \frac{\text{Biaya Pemeliharaan Alat}}{\text{Umur Ekonomis Alat}} \quad (8)$$

e. Gaji Operator

Biaya operator per jam dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut^[8]:

$$\text{Biaya/Jam} = \frac{\text{Banyak Operator} \times \text{Gaji Operator}}{\text{Jam Kerja}} \quad (9)$$

f. Biaya Produksi

Biaya produksi yang harus dikeluarkan perusahaan untuk memperoleh batu kapur dihitung dengan menjumlahkan komponen- komponen seluruh biaya yang telah dikeluarkan selama operasi penambangan berlangsung, mulai dari *front* penambangan sampai ke *dumping area*. Total biaya produksi per ton batu kapur dihitung dengan membagi total biaya produksi (BP) dengan Produksi (P). Persamaan biaya produksi per ton adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} & \text{Biaya produksi per ton batu kapur:} \\ & = \frac{\text{Biaya Produksi Rp/jam}}{\text{Produksi ton/jam}} \quad (10) \end{aligned}$$

2.5 Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas adalah laju material yang dapat dipindahkan atau dialirkan persatuan waktu (biasanya per jam). Pemindahan material dihitung berdasarkan volume (m^3 atau yd^3), sedangkan pada batubara biasanya kapasitas produksi dalam ton. Kemampuan produktivitas alat gali muat dan alat angkut merupakan besarnya produktivitas yang terpenuhi secara real oleh alat gali muat dan alat angkut berdasarkan pada kondisi yang dapat dicapai.

2.5.1 Produktivitas Alat Angkut

Untuk memperkirakan produktivitas alat angkut. dapat digunakan rumus berikut ini^[9]:

$$P = C \times \frac{60}{M} \times Et \times M \quad (11)$$

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

Keterangan:

P = Produktivitas *dump truck* (m^3 /jam)

C = Produksi per siklus (m^3)

Cmt = Waktu Siklus *dump truck* (menit)

Et = Efisiensi *dump truck* (%)
M = Jumlah *dump truck* yang dioperasikan.

2.6 Efisiensi Kerja Alat

Ada beberapa pengertian yang dapat menunjukkan keadaan peralatan sesungguhnya dan efektifitas pengoperasiannya antara lain :

2.6.1 Mechanical Availability (MA)

Mechanical Availability adalah suatu cara untuk mengetahui kondisi peralatan yang sesungguhnya dari alat yang dipergunakan. Persamaannya adalah^[10]:

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100 \% \quad (13)$$

Keterangan:

W = Jam kerja efektif alat
R = Jam perbaikan alat
S = Jam *standby* alat

2.6.2 Physical Availability (PA)

Physical Availability adalah catatan ketersediaan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaannya adalah:

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100 \% \quad (14)$$

2.6.3 Use Of Availability(UA)

Angka *Use of Availability* biasanya dapat memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak untuk dapat dimanfaatkan, hal ini dapat dijadikan suatu ukuran seberapa baik pengelolaan pemakaian peralatan. Persamaannya adalah:

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100 \% \quad (15)$$

2.6.4 Effective Utilization (EUT)

Effective Utilization merupakan cara untuk menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Persamaannya adalah :

$$Eut = \frac{W}{W + R + S} \times 100 \% \quad (16)$$

2.7 Analisis Regresi Linear Sederhana

2.7.1 Analisis statistik

a. Analisis Data Univariat

Analisis univariat adalah analisis yang dilakukan untuk satu variabel atau setiap variabel secara deskriptif. Analisis univariat dilakukan untuk

memperoleh gambaran setiap variabel, distribusi frekuensi berbagai variabel yang diteliti baik variabel dependen maupun variabel independen, dengan melihat distribusi frekuensi dapat diketahui deskripsi masing-masing variabel dalam penelitian. Analisis kelompok data ini dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai jarak angkut dan *grade* jalan terhadap *fuel consumption*.

b. Analisis Data Bivariat

Analisis bivariat adalah analisis yang dilakukan terhadap dua variabel yang diduga berhubungan/berkorelasi, hubungan antara variabel bebas jarak angkut dan *grade* jalan terhadap *fuel consumption* dengan menggunakan uji korelasi. Analisis data bivariat dilakukan dengan menggunakan dua metode analisis statistik, yaitu:

c. Analisis Korelasi

Analisis korelasi adalah alat statistik yang dapat mengetahui derajat hubungan linear antara satu variabel dengan variabel yang lain. Korelasi merupakan teknik analisis yang termasuk dalam salah satu teknik pengukuran asosiasi/hubungan. Pengukuran asosiasi merupakan istilah umum yang mengacu pada sekelompok teknik dalam statistik bivariat yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel. Diantara sekian banyak teknik pengukuran asosiasi, terdapat dua teknik korelasi yang sangat populer sampai sekarang, yaitu korelasi *Pearson Product Moment* dan korelasi *Rank Spearman*. Pengukuran asosiasi menggunakan nilai numerik untuk mengetahui tingkat asosiasi atau kekuatan hubungan antara variabel. Dua variabel dikatakan berasosiasi jika perilaku variabel yang satu mempengaruhi variabel yang lain. Asumsi –asumsi dasar korelasi diantaranya adalah:

- (1) Kedua variabel bersifat independen satu dengan lainnya, artinya masing-masing variabel berdiri sendiri dan tidak tergantung satu dengan lainnya, tidak ada istilah variabel bebas dan variabel terikat.
- (2) Data untuk kedua variabel berdistribusi normal. Data yang mempunyai distribusi normal artinya data yang distribusinya simetris sempurna, berbentuk kurva.

Koefisien korelasi adalah nilai yang menunjukkan arah dan kekuatan hubungan linear antara variabel dependen (Y) dan variabel independen (X) dan dilambangkan dengan huruf (r) besarnya koefisien korelasi antara +1 s/d -1. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan hubungan linear dan arah hubungan dua variabel acak. Jika koefisien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai variabel X tinggi maka nilai Y akan tinggi pula, sebaliknya jika koefisien korelasi negatif maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik. Artinya jika nilai variabel

X tinggi, maka nilai variabel Y akan menjadi rendah. Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel maka diberi kriteria sebagai berikut:

- (1) 0 : tidak ada kolerasi antara dua variabel
- (2) > 0 – 0,25 : kolerasi sangat lemah
- (3) > 0,25 – 0,5 : kolerasi cukup
- (4) > 0,5 – 0,75 : Kolerasi Kuat
- (5) > 0,75 – 0,99 : Kolerasi sangat kuat
- (6) 1 : Kolerasi sempurna

d. Signifikansi/Probabilitas/Alpha

Memberikan gambaran mengenai bagaimana hasil riset itu mempunyai kesempatan untuk benar, jika kita memilih signifikansi sebesar 0,01 maka artinya kita menentukan hasil riset nanti mempunyai kesempatan untuk benar 99% dan untuk salah sebesar 1%. 99% Itu disebut tingkat kepentingan (*confidence interval*) sedangkan 1% disebut toleransi kesalahan. Secara umum kita menggunakan angka signifikansi sebesar 0,01, 0,05 dan 0,1. Pertimbangan penggunaan angka tersebut didasarkan pada tingkat kepercayaan (*confidence interval*) yang diinginkan oleh peneliti. Angka signifikansi sebesar 0,01 mempunyai pengertian bahwa tingkat kepercayaan atau bahasa umumnya keinginan kita memperoleh kebenaran dalam riset kita adalah 99%. Jika angka signifikansi sebesar 0,05 maka tingkat kepercayaan adalah sebesar 95%. Jika angka signifikansi 0,1 maka tingkat kepercayaan adalah sebesar 90%.

e. Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan salah satu teknik analisis data dalam statistik, yang sering digunakan untuk mengkaji hubungan antara beberapa variabel dan meramal suatu variabel untuk membangun persamaan garis lurus dan menggunakan persamaan tersebut untuk membuat perkiraan/prediksi. Analisis regresi lebih kuat dari pada analisis kolerasi karena pada analisis itu kesulitan dalam menunjukkan tingkat perubahan suatu variabel terhadap variabel lainnya dapat ditentukan. Jadi dengan analisis regresi, peramalan atau perkiraan nilai variabel terikat pada variabel bebas lebih akurat. Karena merupakan suatu prediksi maka nilai prediksi tidak selalu tepat dengan nilai riilnya, semakin kecil tingkat penyimpangan antara nilai prediksi dengan nilai riilnya maka semakin tepat persamaan regresi yang dibentuk. Persamaan regresi adalah suatu persamaan matematis yang mendefinisikan hubungan antara dua variabel. Persamaan regresi yang digunakan untuk membuat taksiran mengenai variabel dependen disebut persamaan regresi estimasi, yaitu suatu formula matematis yang menunjukkan hubungan keterkaitan antara satu atau beberapa variabel yang nilainya sudah diketahui dengan satu variabel yang belum diketahui.

Hasil analisis regresi adalah berupa koefisien untuk masing – masing variabel independen, koefisien ini diperoleh dengan cara memprediksi nilai variabel

dependen dengan satu persamaan. Koefisien regresi dihitung dengan dua tujuan sekaligus meminimumkan penyimpangan antara nilai aktual dengan nilai estimasi variabel dependen berdasarkan data yang ada.

- a) Tujuan menggunakan analisis regresi adalah:
 - (1) Menghitung estimasi rata-rata dan nilai variabel terikat dengan berdasarkan variabel bebas
 - (2) Menguji hipotesis karakteristik dependensi.
 - (3) Meramalkan nilai rata-rata variabel bebas dengan didasarkan pada nilai variabel bebas diluar jangkauan sampel
- b) Karakteristik model yang baik
 - (1) Parsimoni : suatu model tidak akan pernah dapat secara sempurna menangkap realitas, akibatnya kita akan melakukan sedikit abstraksi ataupun penyederhanaan dalam pembuatan model.
 - (2) Mempunyai identifikasi tinggi : artinya dengan data yang ada, parameter yang di estimasikan harus mempunyai nilai yang unik atau dengan kata lain hanya akan ada satu parameter saja.
 - (3) Keselarasan (*goodness of fit*) : tujuan analisis regresi adalah menerangkan sebanyak mungkin variasi dalam variabel tergantung dengan menggunakan variabel bebas dan model. Oleh karena itu suatu model dikatakan baik jika eksplanasi diukur dengan menggunakan nilai *adjusted R²* yang setinggi mungkin.
 - (4) Konsistensi dalam teori : model sebaliknya segaris dengan teori. Pengukuran tanpa teori akan dapat menyesatkan hasilnya.
 - (5) Kekuatan prediksi validitas suatu model berbanding lurus dengan kemampuan prediksi model tersebut.

Secara umum regresi linear dibagi menjadi 2 yaitu, regresi linear sederhana dan regresi linear berganda. Analisis regresi linear sederhana adalah hubungan secara linear antar satu variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y). Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan. Data yang digunakan biasanya berskala interval dan rasio. Pada analisis regresi linear sederhana ini sebelumnya dicari persamaan regresi linear yang dirumuskan sebagai berikut: (Sugiyono, 2013)

$$Y = a + bX \tag{17}$$

Keterangan:

Y = *fuel consumption*

a = konstanta

X = jarak dan *grade* jalan

b = koefisien regresi

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \tag{18}$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

dimana:

Y = variabel dependen (Y)

a = konstanta (nilai Y jika tidak ada nilai X)

b = koefisien regresi (kecendrungan perubahan Y terhadap X)

x = variabel independen

n = banyak sampel

3 Metodologi Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk jenis penelitian terapan. Menurut Jujun S. Suriasumantri (1985) bahwa penelitian terapan adalah penelitian yang bertujuan untuk memecahkan masalah. Menurut LIPI penelitian terapan adalah setiap penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan ilmiah dengan satu tujuan praktis. Penelitian terapan 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 tertentu.

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 ini berfungsi untuk mencari solusi tentang masalah-masalah tertentu.

Tujuan penelitian terapan ini adalah pemecahan masalah sehingga hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia baik secara individu maupun kelompok, maupun untuk keperluan industri politik, dan bukan wawasan keilmuan semata. Dengan kata lain penelitian ini adalah salah 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 dan analisis menggunakan statistik.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Data

4.1.1 Jam Kerja Perusahaan

PT. Semen Padang menerapkan 3 *shift* kerja dalam sehari, yang dimulai dari shift 1 jam 07.00-15.00 WIB, *shift* 2 jam 15.00 – 23.00 WIB , dan *shift* 3 23.00-07.00 WIB. Distribusi waktu kerja PT. Semen Padang dapat lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jam Kerja Perusahaan

<i>shift</i>	Jam kerja	istirahat	Jumlah jam kerja	keterangan
1	07.00-15.00	12.00-13.00	7 jam	Kerja normal
2	15.00-23.00	18.00-19.00	7 jam	Kerja Normal
3	23.00-07.00	04.00—5.00	7 jam	Kerja Normal

4.1.2 Jam Kerja Perusahaan

Efisiensi kerja alat merupakan persentase perbandingan waktu kerja efektif dengan waktu kerja tersedia. Alat angkut yang digunakan PT. Semen Padang adalah *HD Komatsu 785-7*. Distribusi data waktu kerja dapat dilihat dari tabel 3.

Tabel 3. Jam Kerja Alat

No	Jenis Alat	W	S	R	Efisiensi Kerja %
1	DK-16	744	174.5	744	77
2	DK-17	744	36.3	744	95
3	DK-18	744	319	744	57
4	DK-19	744	75.8	744	90

4.1.3 Karakteristik Jalan Angkut

Lokasi pemuatan batu kapur (*loading point*) PT. Semen Padang terdapat di area Tajarang lokasi PNBP 9, jalan angkut yang digunakan PT. Semen Padang dalam pengangkutan batu kapur menghubungkan *front* penambangan batu kapur dengan mobile crusher VI untuk saat hauling bermuatan berjarak 2.1 Km, dan untuk hauling kosong 2.1 Km dengan jarak total 4.2 Km (berdasarkan pengamatan jarak Km *dumpruck* di lapangan) dengan alat angkut yang digunakan adalah *dumpruck komatsu HD 785-7*.



Gambar 5. Lintasan *Hauling* batu kapur menuju *cruher* VI

4.1.4 Jarak Angkut

Untuk jarak *hauling* dari *front* PNBP 9 ke *crusher* 6 adalah 2,1 Km, PNBP 9 Lokasi Tajarang pada area penambangan PT. Semen Padang, untuk *hauling* dari *front* ke *crusher* menggunakan alat angkut yaitu *HD Komatsu 785-7 DK-16, DK-17, DK-18 dan DK-19*. Untuk mendapatkan jarak angkut dapat diketahui dari Km alat yang digunakan.

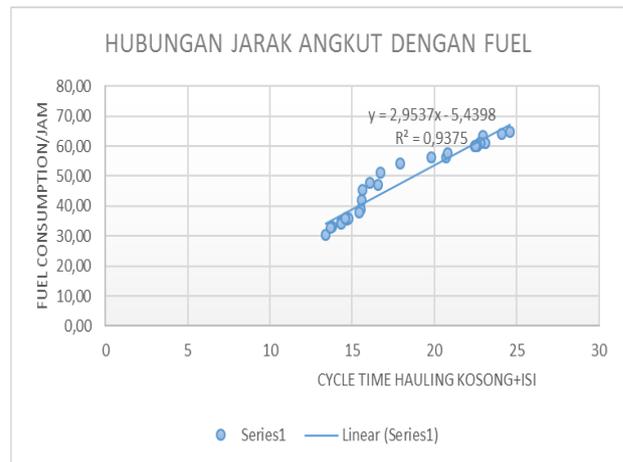
Untuk perjalanan *hauling* isi dan *hauling* kosong mempunyai jarak 4,2 m, sehingga akan meningkatkan *fuel* dengan jarak angkut yang ada. Pada *hauling* isi mempunyai jalan yang menurun dan ada 2 segmen jalan yang menanjak, sedangkan untuk *hauling* kosong ke *front loading* mempunyai jalan yang menanjak dari semua segmen. Pada saat ke *front loading* dengan jalan yang menanjak dan terjal alat angkut kesulitan untuk menanjak.

PT. Semen Padang mempunyai 3 *front loading* saat ini, yaitu lokasi *Pit Limit, Eksisting dan Tajarang*, lokasi *tजारang* yaitu area PNBP 9 merupakan jarak angkut paling jauh dari lokasi *loading* ke *crusher* 6 yang mempunyai jarak angkut 2,1 Km, dan untuk area *pit limit* dan *Eksisting* hanya memiliki jarak angkut 500-800 m. Estimasi pemakaian *fuel* dapat dilihat dari persamaan regresi linear sederhana, dengan data x adalah data waktu *hauling* isi dan *hauling* kosong, sedangkan untuk data y adalah data *fuel* yang dipakai pada alat angkut *HD komatsu 785-7 DK-18* yang digunakan oleh PT. Semen Padang saat ini, pada *front* penambangan ini memiliki 4 alat angkut yang bekerja pada area PNBP 9 lokasi *Tजारang*.

Tabel 4. waktu dan *fuel consumption* untuk jarak angkut 4,2 Km

Waktu Hauling Isi + Hauling Kosong	Pemakaian Fuel jam
15.51	39.06
14.69	36.36
14.32	35.00
13.76	33.30
15.42	37.80
13.41	30.48
14.68	35.53
13.69	32.89
14.31	34.21
17.91	54.28
15.6	42.10
16.07	47.61
15.63	45.23
16.72	51.00
19.8	56.29
16.58	47.22
14.77	36.00
14.6	35.89
20.7	56.40
22.95	63.48
22.6	59.88
23.09	61.00
22.45	59.92
22.75	61.00
22.78	61.04
24.1	64.00
22.6	60.23
24.6	64.67
20.8	57.67
22.48	59.92

Grafik hubungan jarak angkut dengan *fuel* dapat dilihat dari gambar 6.



Gambar 6. Hubungan pengaruh jarak ke *fuel*

dari gambar 6 di atas menunjukkan kuat nya pengaruh jarak angkut terhadap *fuel consumption* bahwa *fuel consumption* unit *HD 785-7* dari jarak angkut 4,2 Km adalah 93% sisanya dipengaruhi faktor lain, hal ini menunjukkan karena kemampuan alat angkut untuk menempuh jarak angkut yang jauh dengan kondisi jalan yang tidak sesuai standar maka menyebabkan *fuel* meningkat dan kecepatan alat angkut akan menurun karena kondisi jalan yang dilaluinya, dapat dilihat bahwa kenaikan *fuel* untuk 1 menit perjalanan adalah 2,95 liter/jam. Hitungan Regresi Linear sederhana:

Nilai a,

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$= \frac{(1459.46)(10494.85) - (549.37)(28009.78)}{30(10494.85) - (549.37)^2}$$

$$= \frac{-70919.05}{13038,10}$$

$$= -5.4$$

MAKA NILAI b,

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$= \frac{30(28009.78) - (549.37)(1459.46)}{30(10494.85) - (549.37)^2}$$

$$= 2.94$$

Nilai r² adalah :

$$= \frac{a(\sum Y) + b(\sum XY) - n(Y)^2}{\sum(Y)^2 - n(Y)^2}$$

$$= \frac{(-5.4)(1459.46) + 2.94(28009.78) - 30(1459.46)^2}{(1459.46)^2 - 30(1459.46)^2}$$

$$= \frac{-63826237}{-61770681.26}$$

$$= 1 \quad r^2 = \sqrt{1}$$

$$r = 1$$

4.1.5 Grade Jalan

Tabel 5. Data Kondisi Jalan

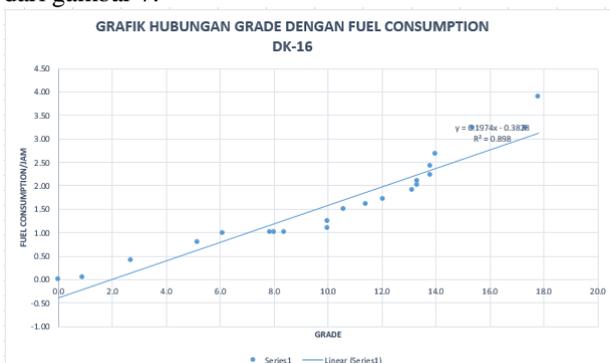
KOORDINAT			SEGMENT	GEOMETRI CONDITION					
X	Y	Z		JARAK (M)	LEBAR (M)			GRADE (%)	
					STD	REAL	STD	REAL	
665146	9891420	680	M-0	0	18.6	LURUS	22.8	10	0.0
665153	9891354	679	M-1	111	18.6	TIKUNGAN	13.7	10	0.9
665054	9891292	658	M-2	118	18.6	LURUS	17.5	10	17.8
664982	9891275	660	M-3	75	18.6	LURUS	12.5	10	2.7
664942	9891288	663	M-4	49	18.6	LURUS	20.2	10	6.1
664804	9891270	648	M-5	150	18.6	TIKUNGAN	20.2	10	10.0
664709	9891348	626	M-6	127	18.6	LURUS	21.2	10	17.3
664662	9891357	618	M-7	52	18.6	LURUS	21.2	10	15.4
664575	9891357	606	M-8	87	18.6	LURUS	19.4	10	13.8
664481	9891379	601	M-9	97	18.6	LURUS	20.4	10	5.2
664408	9891380	595	M-10	75	18.6	TIKUNGAN	15.8	10	8.0
664395	9891526	582	M-11	155	18.6	TIKUNGAN	17.8	10	8.4
664358	9891558	575	M-12	50	18.6	LURUS	10.9	10	14.0
664373	9891647	563	M-13	87	18.6	TIKUNGAN	13.2	10	13.8
664355	9891693	558	M-14	50	18.6	LURUS	15.2	10	10.0
664315	9891788	546	M-15	105	18.6	LURUS	18.8	10	11.4
664300	9891874	537	M-16	85	18.6	LURUS	21.4	10	10.6
664304	9892032	516	M-17	160	18.6	LURUS	12.1	10	13.1
664288	9892085	508	M-18	60	18.6	LURUS	15.6	10	13.3
664098	9891825	469	M-19	324	18.6	LURUS	17.8	10	12.0
664066	9891795	463	M-20	45	18.6	TIKUNGAN	18.2	10	13.3
664063	9891738	459	M-21	51	18.6	LURUS	13.7	10	7.8

4.1.6 Pemakaian Fuel/Grade

Tabel 6. Biaya *fuel consumption/grade* DK-16

HD KOMATSU 785-7DK-16								
SEGMENT	JARAK (M)	GRADE %		Fuel Consumption (ltr/ment)	WAKTU (ment)	fuel consumption/grade (ltr/jam)	fuel consumption/grade (ltr/ment)	BIAYA /GRADE Rp/ltr
		STD	REAL					
M-0	0	10	0.0	0.64	0.00	0.00	0.00	0
M-1	111	10	0.9	0.64	0.10	0.04	0.01	304
M-2	118	10	17.8	0.64	1.03	4.90	0.06	37294
M-3	75	10	2.7	0.64	0.50	0.40	0.03	3044
M-4	49	10	6.1	0.64	0.20	0.98	0.01	7459
M-5	150	10	10.0	0.64	0.50	1.10	0.03	8372
M-6	127	10	17.3	0.64	1.00	4.30	0.06	32727
M-7	52	10	15.4	0.64	0.31	3.85	0.02	29302
M-8	87	10	13.8	0.64	0.36	2.41	0.02	18343
M-9	97	10	5.2	0.64	0.40	0.79	0.03	6013
M-10	75	10	8.0	0.64	0.30	1.00	0.02	7611
M-11	155	10	8.4	0.64	1.35	1.00	0.09	7611
M-12	50	10	14.0	0.64	0.20	2.67	0.01	20321
M-13	87	10	13.8	0.64	0.38	2.23	0.02	16973
M-14	50	10	10.0	0.64	0.15	1.23	0.01	9362
M-15	105	10	11.4	0.64	0.56	1.60	0.04	12178
M-16	85	10	10.6	0.64	0.31	1.50	0.02	11417
M-17	160	10	13.1	0.64	0.55	1.90	0.03	14461
M-18	60	10	13.3	0.64	0.20	2.00	0.01	15222
M-19	324	10	12.0	0.64	1.35	1.70	0.09	12399
M-20	45	10	13.3	0.64	0.25	2.10	0.02	15983
M-21	51	10	7.8	0.64	0.15	1.00	0.01	7611

Grafik hubungan *grade* jalan dengan *fuel* dapat dilihat dari gambar 7.



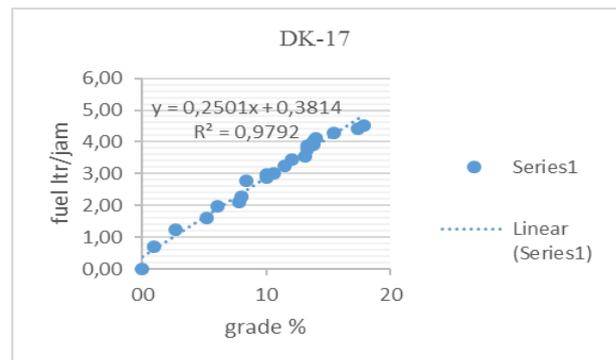
Gambar 7. Hubungan pengaruh jarak ke *fuel*

Gambar 7 menunjukkan bahwa *fuel consumption* unit HD 785-7 DK-16 akan konstan pada nilai *grade* tertentu, hal ini menunjukkan karena kemampuan alat yang terbatas, dapat dilihat bahwa kenaikan *fuel* untuk 1% , maka akan menyebabkan kenaikan *fuel* unit DK-16 sebesar 0,19 liter/jam, *grade* jalan pada unit DK-16 mempunyai pengaruh 90% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Tabel 7. Biaya *fuel consumption/grade* DK-17

HD KOMATSU 785-7DK-17							
SEGMENT	JARAK (M)	GRADE %		Fuel Consumption (ltr/ment)	Waktu/grade (ment)	fuel consumption/grade (ltr/ment)	fuel consumption/grade Rp.(l/jam)
		STD	REAL				
M-0	0	10	0.0	0.6	0	0	0.00
M-1	111	10	0.9	0.6	0.01	0.00	0.70
M-2	118	10	17.8	0.6	0.58	0.04	4.52
M-3	75	10	2.7	0.6	0.60	0.04	1.23
M-4	49	10	6.1	0.6	0.15	0.01	1.98
M-5	150	10	10.0	0.6	1.00	0.07	2.88
M-6	127	10	17.3	0.6	0.58	0.04	4.42
M-7	52	10	15.4	0.6	0.37	0.03	4.27
M-8	87	10	13.8	0.6	0.41	0.03	3.91
M-9	97	10	5.2	0.6	0.05	0.00	1.59
M-10	75	10	8.0	0.6	0.06	0.00	2.29
M-11	155	10	8.4	0.6	0.36	0.02	2.78
M-12	50	10	14.0	0.6	0.10	0.01	4.10
M-13	87	10	13.8	0.6	0.42	0.03	4.00
M-14	50	10	10.0	0.6	0.20	0.01	2.98
M-15	105	10	11.4	0.6	1.01	0.07	3.24
M-16	85	10	10.6	0.6	0.15	0.01	3.00
M-17	160	10	13.1	0.6	1.05	0.07	3.56
M-18	60	10	13.3	0.6	0.30	0.02	3.78
M-19	324	10	12.0	0.6	1.19	0.08	3.45
M-20	45	10	13.3	0.6	0.20	0.01	3.89
M-21	51	10	7.8	0.6	0.09	0.01	2.10

Grafik hubungan *grade* jalan dengan *fuel* dapat dilihat dari gambar 8.



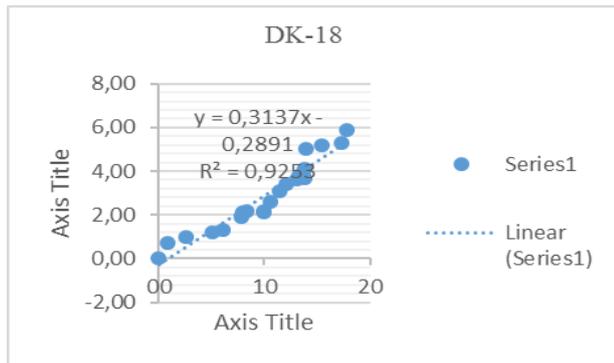
Gambar 8. Hubungan *Grade* Dengan *Fuel*

Dari gambar 8 di atas menunjukkan bahwa *fuel consumption* unit HD 785-7 DK-17 akan konstan pada nilai *grade* tertentu, hal ini menunjukkan karena kemampuan alat yang terbatas, dapat dilihat bahwa kenaikan *fuel* untuk 1% , maka akan menyebabkan kenaikan *fuel* unit DK-17 sebesar 0,25 liter/jam, *grade* jalan pada unit DK-17 mempunyai pengaruh 97% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Tabel 8.Biaya *fuel consumption/grade*DK-18

HD KOMATSU 785-7 DK-18							
SEGMENT	JARAK (M)	GRADE %		Fuel Consumption	Waktu/grade	fuel consumption /grade	Biaya/Grade
		STD	REAL	(ltr/menit)	(menit)	(ltr/menit)	Rp. (lir/jam)
M-0	0	10	0.0	1.07	0.00	0.00	0
M-1	111	10	0.9	1.07	0.10	0.01	5352
M-2	118	10	17.8	1.07	0.57	0.07	44905
M-3	75	10	2.6	1.07	0.45	0.05	7611
M-4	49	10	6.1	1.07	0.32	0.04	9894
M-5	150	10	10.0	1.07	1.01	0.12	16744
M-6	127	10	17.3	1.07	1.00	0.12	40338
M-7	52	10	15.4	1.07	0.30	0.04	39577
M-8	87	10	13.8	1.07	0.45	0.05	28161
M-9	97	10	5.2	1.07	0.24	0.03	9133
M-10	75	10	8.0	1.07	0.30	0.04	2.10
M-11	155	10	8.4	1.07	0.49	0.06	2.20
M-12	50	10	14.0	1.07	0.28	0.03	5.00
M-13	87	10	13.8	1.07	0.41	0.05	4.10
M-14	50	10	10.0	1.07	0.20	0.02	2.10
M-15	105	10	11.4	1.07	0.55	0.06	3.10
M-16	85	10	10.6	1.07	0.39	0.05	2.60
M-17	160	10	13.1	1.07	0.50	0.06	3.60
M-18	60	10	13.3	1.07	0.33	0.04	3.80
M-19	324	10	12.0	1.07	1.05	0.12	3.40
M-20	45	10	13.3	1.07	0.09	0.01	3.80
M-21	51	10	7.8	1.07	0.10	0.01	1.90

Grafik hubungan *grade* jalan dengan *fuel* dapat dilihat dari gambar 9.



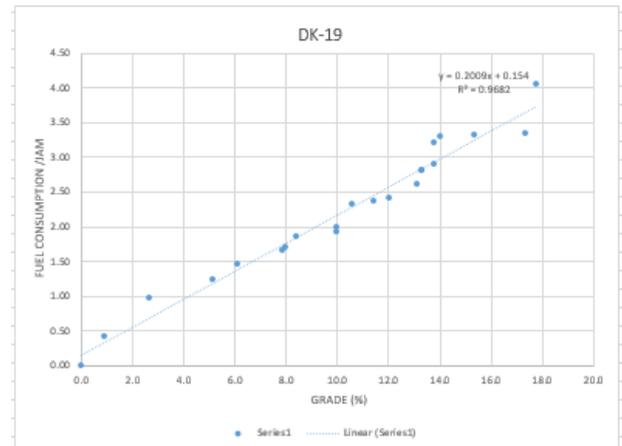
Gambar 9. Hubungan *grade* dengan *fuel* DK-18

Dari gambar 9 di atas menunjukkan bahwa *fuel consumption* unit HD 785-7 DK-18 akan konstan pada nilai *grade* tertentu, hal ini menunjukkan karena kemampuan alat yang terbatas, dapat dilihat bahwa kenaikan *fuel* untuk 1%, maka akan menyebabkan kenaikan *fuel* unit DK-18 sebesar 0,31 liter/jam, *grade* jalan pada unit DK-18 mempunyai pengaruh 92% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Tabel 9. Biaya *fuel consumption/grade* DK-19.

HD KOMATSU 785-7 DK-19							
SEGMENT	JARAK (M)	GRADE %		Fuel Consumption	Waktu/grade	fuel consumption /grade	Biaya/Grade
		STD	REAL	(ltr/menit)	(menit)	(ltr/menit)	Rp. (lir/jam)
M-0	0	10	0.0	0.81	0.00	0.00	0
M-1	111	10	0.9	0.81	0.10	0.01	3212
M-2	118	10	17.8	0.81	1.03	0.09	30805
M-3	75	10	2.7	0.81	0.54	0.05	7459
M-4	49	10	6.1	0.81	0.34	0.03	11112
M-5	150	10	10.0	0.81	1.25	0.11	14613
M-6	127	10	17.3	0.81	1.00	0.09	25345
M-7	52	10	15.4	0.81	0.27	0.02	25192
M-8	87	10	13.8	0.81	0.31	0.03	22072
M-9	97	10	5.2	0.81	0.44	0.04	1.23
M-10	75	10	8.0	0.81	0.10	0.01	1.71
M-11	155	10	8.4	0.81	0.51	0.04	1.86
M-12	50	10	14.0	0.81	0.12	0.01	3.30
M-13	87	10	13.8	0.81	0.39	0.03	3.20
M-14	50	10	10.0	0.81	0.21	0.02	2.00
M-15	105	10	11.4	0.81	0.43	0.04	2.36
M-16	85	10	10.6	0.81	0.12	0.01	2.31
M-17	160	10	13.1	0.81	0.53	0.05	2.60
M-18	60	10	13.3	0.81	0.20	0.02	2.80
M-19	324	10	12.0	0.81	1.13	0.10	2.40
M-20	45	10	13.3	0.81	0.13	0.01	2.80
M-21	51	10	7.8	0.81	0.09	0.01	1.66

Grafik hubungan *grade* jalan dengan *fuel* dapat dilihat dari gambar 10.



Gambar 10. Hubungan *grade* dengan *fuel* DK-19

Dari gambar 10 di atas menunjukkan bahwa *fuel consumption* unit HD 785-7 DK-19 akan konstan pada nilai *grade* tertentu, hal ini menunjukkan karena kemampuan alat yang terbatas, dapat dilihat bahwa kenaikan *fuel* untuk 1% , maka akan menyebabkan kenaikan *fuel* unit DK-19 sebesar 0,2 liter/jam, *grade* jalan pada unit DK-18 mempunyai pengaruh 96% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Estimasi kenaikan *fuel* untuk 1% *grade* jalan.

Tabel 10. Estimasi kenaikan *fuel* untuk 1% *grade* jalan

Unit	Grade (%)	Fuel/jam	Biaya Fuel
HD- 785-7	1	1.02	7763
HD- 785-7	2	1.33	10123
HD- 785-7	3	1.64	12482
HD- 785-7	4	1.95	14841
HD- 785-7	5	2.26	17201
HD- 785-7	6	2.57	19560
HD- 785-7	7	2.88	21920
HD- 785-7	8	3.19	24279
HD- 785-7	9	3.5	26639
HD- 785-7	10	3.81	28998
HD- 785-7	11	4.12	31357
HD- 785-7	12	4.43	33717
HD- 785-7	13	4.74	36076
HD- 785-7	14	5.05	38436
HD- 785-7	15	5.36	40795
HD- 785-7	16	5.67	43154
HD- 785-7	17	5.98	45514
HD- 785-7	18	6.29	47873
HD- 785-7	19	6.6	50233
HD- 785-7	20	6.91	52592

4.1.7 Total Biaya fuel Consumption bulan Oktober 2019

Total biaya *fuel* dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Total Biaya *Fuel* Bulan Oktober 2019

No.	Unit	Jam	fuel	target	fuel	Biaya fuel	Biaya fuel
		jalan (jam)	consumption (Bulan)	fuel (Jam)	consumption (jam)	consumption (jam)	consumption (Bulan)
1	DK-16	424	16.410	57.7	36.38	276.878	124.896.510
2	DK-17	449	28.895	57.7	64.67	491.670	219.912.234
3	DK-18	139	8.900	57.7	64.03	487.323	67.737.900
4	DK-19	390	19.100	57.7	48.97	372.744	145.370.100

4.1.8 Total Biaya maintenance dan sparepart bulan Oktober 2019

Biaya *Maintenance* dan *sparepart* dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Biaya bahan bakar/jam

No.	Alat	Pemakaian Bahan Bakar (ltr)	HM (jam)	Pemakaian per jam (ltr/jam)	Harga Bahan Bakar (Rp/ltr)	Biaya Pemakaian per jam (Rp/jam)
1	Dumptruck Komatsu HD 785-7 DK 16	16.410	424	38.70	Rp 7611	Rp 294.545
2	Dumptruck Komatsu HD 785-7 DK 17	19.790	544	64.6	Rp 7611	Rp 491.670
3	Dumptruck Komatsu HD 785-7 DK 18	8.900	139	64.03	Rp 7611	Rp 487.333
4	Dumptruck Komatsu HD 785-7 DK 19	19.100	505	48.97	Rp 7611	Rp 372.710
Total						Rp 1.647.019

Biaya pelumas dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Biaya Pelumas/jam

No.	Pelumas	Jenis Pelumas	Kapasitas Oli (ltr)	Umur Pelumas (jam)	Pemakaian per jam (ltr/jam)	Harga (Rp/ltr)	Biaya Pemakaian per jam (Rp/jam)
1	Engine	Agip Sigma Turbo Plus 15W40	145	500	0,29	Rp 25.900	Rp.3.755.500/ 500 = 7511
2	Final Drive	Rored HDA 90	290	2000	0,15	Rp 30.500	Rp 8.845.000 /2000 = 4422,5
3	Transmisi	Transik HD 30	300	1000	0,33	Rp 25.700	Rp.7.710.000/ 1000 = 7710
4	Hydraulic	Meditrans S 10 W	280	190	0,14	Rp 18.400	Rp3.496.000/1 90 =18400
Total							Rp 23.806.500 38.043/jam

Biaya ban dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Biaya ban /jam

No.	Jenis Alat	Jenis Ban	Harga ban (Rp/pcs)	Jumlah Ban (pcs)		Umur Ban (jam)		Biaya per jam		Total biaya per jam (Rp/jam)
				Depan	Belakang	Depan	Belakang	Depan	Belakang	
1	Dumptruck HD 785-7	Tianhi	Rp 99.460.000	2	4	2000	1375	Rp 49.730	Rp 72.334	Rp 122.064
								Rp 49.730 x 2	Rp 72.334 x 4	Rp 388.796

Biaya *filter* dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Biaya filter/jam

No.	Filter	Harga (Rp/pcs)	Jumlah (pcs)	Biaya Pemakaian Filter	Biaya Pemakaian Filter per Jam (Rp/jam)
1	Engine	Rp 691.800	4	Rp 2.767.200	Rp. 5534.4
2	Fuel	Rp 7.417.440	6	Rp 44.504.640	Rp. 89.009
3	Transmisi	Rp 367.500	4	Rp 1.470.000	Rp. 2940
4	Hydraulic	Rp 735.800	3	Rp 2.207.400	Rp.4414.8
Total				Rp 50.949.240	Rp. 12.978

4.1.9 Gaji Operator

Jam kerja per bulan = 7 jam x 25 hari kerja per bulan
= 175 jam per orang

Upah operator per bulan = Rp 6.500.000

Jumlah Operator per hari = shift 1 + shift 2 + shift 3
= 4 orang + 4 orang + 8 orang
= 16 orang

Upah Operator per jam =

$$\frac{\text{upah operator} \times \text{jumlah operator per hari}}{\text{jam kerja per bulan}}$$

$$\frac{\text{Rp 6.500.000} \times 16}{175 \text{ jam}}$$

$$= \frac{\text{Rp 6.500.000} \times 16}{175 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp 594.285/jam}$$

4.1.10 Cycle Time Alat Angkut

Kegiatan pengangkutan batu kapur dari *front* penambangan sampai *dumping area* dilakukan oleh *dumptruck* dengan menggunakan sistem mengosongkan muatan ke belakang (*end dump*). *Dumptruck* yang sering digunakan adalah *dumptruck* Komatsu HD 785-7. Waktu edar yang dibutuhkan *dumptruck* Komatsu HD 785-7 adalah 25,53 menit.

Perhitungan Produksi Alat Angkut *Dumptruck* Komatsu HD 785-7

$$KB = 15 \text{ m}^3$$

$$n = 4$$

$$FF = 90\%$$

$$SF = 0,6$$

$$Di = 2,65 \text{ ton/ m}^3$$

$$Ek = 57\%$$

$$Ct = 25,53 \text{ menit}$$

Produksi persiklus

$$C = KB \times FF \times n$$

$$C = 15 \times 0,9 \times 4$$

$$= 54 \text{ m}^3$$

$$P = \frac{C \times 60 \times Ek \times SF}{Ct \times a}$$

$$= \frac{54 \times 60 \times 57\% \times 0,6}{25,53 \text{ menit}}$$

$$= 43,40 \text{ m}^3$$

$$= 43,40 \text{ m}^3 \times 2,65 \text{ ton/m}^3$$

$$= 115,018 \text{ ton/jam}$$

Jadi produktivitas alat angkut *Dumptruck* Komatsu HD 785-7 adalah 115,018 ton/jam.

Dari perhitungan di atas didapatkan bahwa produktivitas 1 unit alat angkut *dumptruck* Komatsu HD 785-7 adalah 115,018 ton/jam. Banyaknya alat angkut yang digunakan PT Semen Padang pada bulan Oktober 2019 adalah sebanyak 4 unit sehingga produktivitas alat angkutnya adalah:

$$\text{Produktivitas} = \text{jumlah dumptruck} \times \text{produktivitas 1 unit dumptruck}$$

$$= 1 \times 115,018 \text{ ton/jam}$$

$$= 115,018 \text{ ton/jam}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan bahwa produktivitas 1 unit *dumptruck* Komatsu HD 785-7 adalah 115,018 ton/jam.

Tabel 16. Biaya /jam

Alat	Nama Biaya	Biaya Per jam
Dumptruck Komatsu HD 785-7	Bahan Bakar	Rp 357.869
	Minyak Pelumas	Rp 38.043
	Ganti Ban	Rp 388.796
	Ganti Filter	Rp 12.978
	Reparasi dan Pemeliharaan	Rp 49.430
	Gaji Operator	Rp 594.285
	Total	Rp 1.441.401

Dari perhitungan diatas diketahui jumlah biaya pengangkutan batu kapur per jam menggunakan 1 unit *dumptruck* Komatsu HD 785-7 adalah Rp 1.441.401

$$\text{Biaya per ton (1 unit dumptruck)}$$

$$= \frac{\text{Biaya produksi per jam}}{\text{Produksi per jam}}$$

$$= \frac{\text{Rp 1.441.401 /jam}}{115,018 \text{ ton/jam}}$$

$$= \text{Rp 12.525/ton}$$

Jadi, biaya per ton menggunakan 1 unit *dumptruck* Komatsu HD 785-7 adalah Rp. 12.525 /ton.

Tabel 17. Total biaya untuk alat angkut *fuel consumption, maintenance* dan *sparepart* :

jenis biaya	DK-16	DK-17	DK-18	DK-19
Biaya Fuel	Rp. 124.896.510	Rp. 219.912.234	Rp. 67.737.900	Rp. 145.370.100
maintenance dan sparepart	Rp. 98.861.500	Rp. 99.931.629	Rp. 189.447.578	Rp. 10.886.820

5 Penutup

5.1 Kesimpulan

1. Pengaruh jarak angkut terhadap *fuel consumption* pada bulan Oktober 2019 pada alat angkut adalah *HD komatsu 785-7* adalah 93 %. Pengaruh *grade* jalan terhadap *fuel consumption* pada bulan Oktober 2019 pada *HD komatsu 785-7* DK-16 mempunyai pengaruh 89%, DK-17 mempunyai pengaruh 97%, DK-18 mempunyai pengaruh 92 %, dan untuk DK-19 mempunyai pengaruh 96%.
2. Pada pengaruh jarak dan *grade* jalan faktor yang paling mempengaruhi *fuel consumption* pada alat angkut adalah *HD komatsu 785-7* adalah *grade* jalan angkut.
3. Semakin jauh jarak angkut yang dilalui alat angkut maka biaya yang dikeluarkan semakin besar, begitu juga dengan *grade* jalan angkut semakin tinggi *grade* yang dilalui semakin besar biaya yang dikeluarkan pada *grade* 17.8 % rata-rata menghabiskan 4.5 liter/jam.
4. Untuk efisiensi biaya pada jarak angkut sebaiknya memilih jarak yang tidak jauh dari *crusher*. Untuk *grade* jalan estimasi untuk 1% *grade* jalan memakai bahan bakar sebanyak 0.31 liter/jam. Untuk efisiensi biaya *fuel* maka perlu untuk melandaikan jalan angkut agar *grade* dapat sesuai dengan SOP.
5. Untuk total biaya pada operasional *hauling* untuk *Fuel consumption* bulan oktober 2019 adalah DK-16 adalah 16.410 liter/bulan dengan jam jalan 424/ bulan dengan biaya Rp. 124.896.510, DK-17 adalah 21.431 dengan jam jalan 332/bulan dengan biaya Rp. 163.111.341 , DK-18 adalah 8.900 dengan jam jalan 139/bulan dengan biaya Rp 67.737.900, untuk DK-19 adalah 19.100 liter/bulan dengan jam jalan 390/bulan dengan biaya Rp. 145.370.100. Total biaya *maintenance* dan *sparepart* pada bulan oktober 2019 adalah DK-16 Rp. 98.861.520 , DK-17 Rp. 99.931.629, DK-18 Rp. 189.447.578, untuk DK-19 Rp. 310.886.820.
6. Biaya produksi 1 ton *limestone* untuk 1 unit HD *komatsu 785-7* adalah Rp. 12.525 /ton.

5.2 Saran

1. Sebaiknya perlu mengecek ulang *grade* jalan terhadap *hauling* di PNB 9 ke *crusher* 6, dan perlunya perbaikan *grade* jalan agar lebih sesuai standar perusahaan.
2. Sebaiknya penggunaan alat mekanis lebih di optimalkan, karena dengan begitu perusahaan bisa menghemat biaya produksi.
3. Sebaiknya pada alat angkut dilakukan *maintenance* alat yang terjadwal sehingga tidak adanya kerusakan pada alat yang menyebabkan berkurangnya jam kerja alat yang berdampak terhadap target produksi.

Daftar Pustaka

- [1] Elsa Rahma Afrila. (2017). Analisis Biaya Produksi Penambangan Batukapur pada Bulan April 2017 di Bukit Karang Putih PT. Semen Padang. Bina Tambang
- [2] Octova, A., & Indra, R. T. (2019). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck pada Penambangan Produksi Batubara. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 19(2), 109-122.
- [3] Afdhal Muhajir, Zaenal, Sri Widayati. (2018). *kajian teknis dan ekonomis dalam merencanakan penggantian alat muat dan alat angkut pada penambangan Quarry Batu gamping PT. Semen Padang di Kelurahan Batu Gadang Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang Sumatera Barat.* Jurnal Teknik Pertambangan. Vol 04. No. 02 Hlm. 418-42.
- [4] Mailadiniya, S., & Abdullah, R. (2018). Kajian Ekonomi Penambangan Batubara di PT. Indomining, Sanga-Sanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur pada Desain Penambangan Tahun 2018-2027. *Bina Tambang*, 3(4), 1367-1376
- [5] Maira Triana Putri, Dedi Yulhedra, dan Adree Octova. 2016. Analisis Multivariat Untuk Mengetahui Ratio Bahan Bakar Komatsu 465-7 dan HD komatsu 785-7 pada kemajuan penambangan overburden di Pit Rawa Seribu Timur PT. Mandala Karya Prima Kalimantan Utara.
- [6] Kepmen. 1827 K.2018.
- [7] Komatsu. (2006). *Specifications and Application Handbook Edition 27.* Japan
- [8] Sandeir, E., & Prabowo, H. (2018). Evaluasi Kebutuhan dan Estimasi Biaya Alat Muat Kobelco 380 dan Hitachi 350 Dengan Alat Angkut Scania P360 dan Mercedes Actroz 4043 Pada Pengupasan Overburden PT. Caritas Energi Indonesia Jobsite KBB, Sarolangun. *Bina Tambang*, 3(3), 1091-1100.
- [9] Rahman, A. (2019). Produksi Serta Total Biaya Penggalian Dan Pengangkutan Batubara. *Jurnal Pertambangan*, 3(4), 18-22.
- [10] M. Fuadi Shiddiqi, Tamrin Kasim, (2018). *Judul penelitian Evaluasi kinerja dan biaya pengangkutan batubara menggunakan Dump truck dan Belt conveyor pada penambangan Muara Tiga Besar Utara PT. Bukit Asam, Tbk.* Jurnal Bina Tambang. Vol 03. No. 4. Hlm 1471- 1479.
- [11] Merlin Nabella, Zaenal, Yuliadi. (2016). *Analisis Pengaruh Kemiringan Dan Jarak Angkut Terhadap Kosumsi Bahan Bakar Dan Fuel Ratio Pada Kegiatan Penambangan Batuan Andesit Di PT. Gunung Sampurna Makmur, Desa Rengasjajar Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.* Jurnal Teknik Pertambangan . Universitas Islam Bandung.
- [12] Pratama Devi Diansyah R. (2016). *Kajian Biaya Operasional Penambangan Pada Alat Angkut Terhadap Kegunaan Alat dan Rata-Rata Persen Kemiringan Jalan Tambang Quarry Gamping Di Pt Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. Kecamatan Citeureup Kabupaten Bogor, Jawa Barat.* Jurnal. Teknik Pertambangan. Universitas Islam Bandung
- [13] Prodjosumarto, Partanto (1996). *Pemindahan Tanah Mekanis.* Bandung: institut Teknologi Bandung.