ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

RATIO BAHAN BAKAR HD 465-7 BERDASAR KEMIRINGAN JALAN MENGGUNAKAN ANALISIS MULTIVARIAT PADA PIT X PT. ABC

Fairus Atika Redanto Putri[1]

[1]Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jalan Arief Rachman Hakim 100, Surabaya

e-mail: fairus@itats.ac.id

ABSTRAK

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi *fuel consumption*. Beberapa diantaranya yaitu kemiringan jalan angkut, jarak tempuh, kecepatan, dan RPM alat angkut. Dari beberapa faktor tersebut, yang paling berpengaruh terhadap *fuel consumption* adalah kemiringan jalan angkut dan perlu dilakukan analisis multivariate untuk megetahui seberapa besar pengaruhnya. Metode ini memanfaatkan persamaan regresi linier sederhana dan berganda yang bertujuan untuk mendapatkan pengaruh dan mengukur intensitas hubungan antara variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y). Pada alat angkut HD 465-7, kemiringan jalan mempunyai pengaruh sebesar 95% dengan *fuel consumption* untuk kenaikan kemiringan jalan per 1% sebesar 4,20 liter/jam. *Fuel consumption* yang dihabiskan oleh HD 465-7 yaitu sebesar 19.028 liter dalam kurun waktu satu bulan.

Kata kunci: Kemiringan Jalan, Konsumsi Bahan Bakar, Analisi Multivariat

ABSTRACT

There are several factors that affect fuel consumption. Some of these include the slope of the haul road, distance traveled, speed, and RPM of the conveyance. Of these factors, the most influential effect on fuel consumption is the slope of the haul road and a multivariate analysis needs to be done to determine how much influence it has. This method utilizes a simple and multiple linear regression equation that aims to get the effect and measure the intensity of the relationship between the independent variable (X) with the dependent variable (Y). On the HD 465-7 conveyance, the road slope has an effect of 95% with fuel consumption to increase the road slope per 1% by 4.20 liters / hour. Fuel consumption spent by HD 465-7 is 19,028 liters in one month.

Keywords: Road Slope, Fuel Consumption, Multivariate Analysis

PENDAHULUAN

Penggunaan alat angkut sebagai peralatan utama dalam kegiatan operasional penambangan tidak dapat berjalan tanpa bahan bakar. penggunaan bahan bakar solar merupakan salah satu penyumbang biaya operasional penambangan yang paling besar, sehingga mengharuskan untuk setiap perusahaan pertambangan selalu mengevaluasi penggunaan bahan bakar pada setiap unit yang bekerja agar bahan bakar solar dapat digunakan secara efisien.

Salah satu faktor yang mempengaruhi *fuel consumption* yaitu kemiringan jalan. permasalahan yang sering terjadi di perusahaan pertambangan yaitu adanya perbedaan antara rencana perhitungan fuel consumption dengan keadaan aktual di lapangan. hal tersebut menyebabkan peneliti melalukan analisis terhadap faktor-faktor yang berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar sangat diperlukan. sehingga nantinya akan diketahui kondisi efektif atau ideal untuk pemakaian solar (*fuel*) minimum tanpa mengganggu kegiatan produksi(Putri, n.d.).

Penelitian dibawah membahas tentang analisa pengaruh perubahan kemiringan jalan ankut terhadap kebutuhan konsumsi bahan bakar pada alat Komatsu HD 456-7 saat bermuatan dan jumlah kenaikan tambahan bahan bakar disetiap peningkatan persentase kemiringan.

METODE

Alat angkut yang digunakan untuk mengangkut material lapisan batuan penutup adalah unit HD 465-7. Rasio penggunaan bahan bakar per jam dari alat angkut Komatsu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Fuel Consumption Alat Angkut Komatsum HD 456 – 7

Machine Range	U.S. Gal/hr	ltr/hr
Low	8,1 - 12,2	30,7 - 46,0
Medium	12,2 - 16,2	46,0 - 61,4
High	16,2 - 22,3	61,4 - 84,4

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Sumber : (Specification & Application Handbook Komatsu Edisi ke-30)

Penggunaan Bahan Bakar Pada Mesin Kendaraan

Tahanan kemiringan (*Grade Resistance*) adalah besarnya gaya berat yang melawan pergerakan kendaraan menaiki permukaan miring yang licin (Indonesianto, Yanto. 2010.). Saat kendaraan bergerak menaiki sebuah permukaan miring yang menanjak, daya tarik total (*tractive effort/rimpull*) yang dibutuhkan untuk menjaga pergerakan kendaraan bertambah sebanding dengan kemiringan jalan. Berdasarkan kesetimbangan gaya maka menurut (Wedhanto, 2009) tahanan kemiringan dapat dihitung dengan persamaan (1).

GR = W x *Grade* Jalan ……..……(1)

Keterangan :
GR = Tahanan kemiringan (lbs)
W = Berat (ton)

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*) (Sujianto, E. Agus. 2007). Salah satu analisis multivariat adalah analisis regresi linear. Analisis regresi linier adalah salah satu metode untuk menentukan hubungan sebab akibat antara satu variabel dengan variabel lain. Regresi Linier Sederhana didasarkan pada hubungan fungsional ataupun kausal satu variabel independen dengan satu variabel dependen (Sugiyono. 2009).

Persamaan umum regresi linier sederhana adalah:

Y = a + bX ……..…….. (2)

Keterangan:

Y = Subyek dalam variabel dependen yang diprediksikan.
a = Harga Y ketika harga X = 0 (harga konstan).
B = Angka arah atau koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel dependen yang didasarkan pada perubahan variabel independen. bila (+) arah garis naik, dan bila (-) maka arah garis turun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Jalur Angkut Material

Masing-masing pasangan lokasi pemuatan (*Loading Point*) dan lokasi pembuangan (*Dumping Point*) memiliki karakteristik permukaan jalan, jarak tempuh, dan kemiringan jalan yang berbeda-beda. Hal ini akan mempengaruhi tingkat produktifitas alat yang digunakan dan juga mempengaruhi konsumsi bahan bakar alat tersebut. Salah satu asumsi yang digunakan dalam menentukan parameter tahanan gulir (*rolling resistance*) adalah setiap jalur memiliki tahanan gulir yang sama sebesar 100 lbs/ton karena jenis material yang sama.

Tahanan Kemiringan (*Grade Resistance*)

Perhitungan tahanan kemiringan yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara menghitung kemiringan jalan per segment jalan. Peta situasi jalan tambang yang diamati, lalu dibuat penampang melintang (*cross section*) dari jalan tersebut, kemudian dihitung kemiringan jalan setiap segment.

Jalur *Loading Point* (LP3) - *Dumping Point* (DP3) terbagi sembilan segment jalan. Masing-masing jalan mempunyai jarak tempuh, kemiringan jalan serta tahanan kemiringan yang berbeda-beda seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kemiringan Jalan, Tahanan Kemiringan, dan Jarak Tempuh Loading Point (LP3) – Dumping Point (DP3)

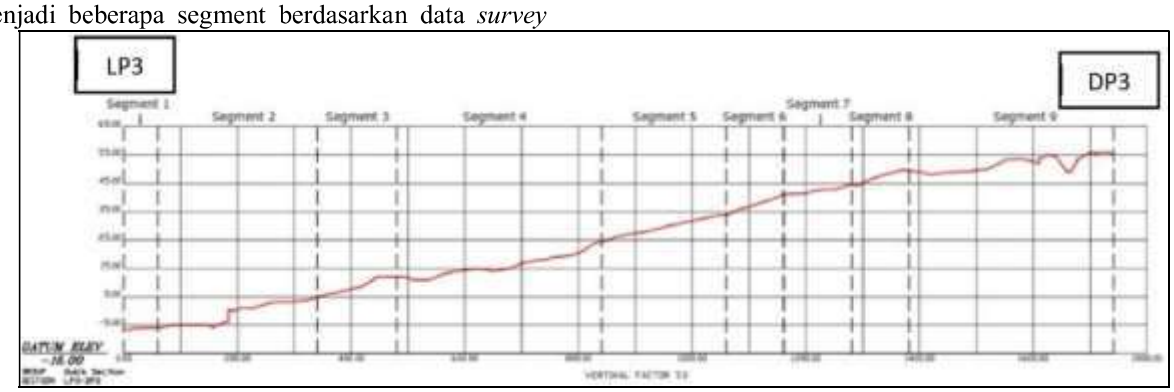
Segment	Jarak Tempuh (m)	Kemiringan Jalan (%)	Tahanan Kemiringan (lbs/ton)
1	59,95	11	218
2	279,72	12	238
3	139,83	12	238
4	359,68	13	257,8
5	219,71	7	139,8
6	99,9	9	179,2
7	119,88	6	119,8
8	99,9	6	119,8
9	359,88	5	100
Jumlah	1738	-	-

Jalur lokasi *loading point* (LP3) – *dumping point* (DP3) memiliki jarak tempuh sebesar 1738 meter dengan kemiringan jalan maksimum sebesar 13%.

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

secara skematik bentuk permukaaan jalan dapat dilihat pada gambar 1.

Kemiringan jalan dihitung dengan membagi jalan menjadi beberapa segment berdasarkan data *survey* yang kemudian dibuat penampang melintang (*cross section*).



Gambar 1. Penampang (cress section) LP3-DP3

Data Daya Muat Dan Kecepatan

Dari data-data yang diambil dari *payload meter* (plm) didapat parameter seperti berat muatan yang diangkut, dan kecepatan bermuatan rata-rata (Partanto, Prodjosumarto. 1983). semua data tersebut digunakan dalam perhitungan daya (*power*) yang dibutuhkan oleh alat angkut komatsu HD 465-7 untuk mengangkut muatannya menuju tempat pembuangan (*dumping point*), serta mengatasi tahanan gulir (RR) dan tahanan kemiringan (Gr) (Haryanto, yw. 1992). muatan maksimal yang dapat diangkut oleh komatsu HD 465-7 adalah sebesar 61 ton (sesuai buku *specification & application handbook* komatsu edisi ke-30) (Komatsu, 2009) . Data tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Daya Muat Unit HD 465-7 Jalur LP3-DP3

Putaran	Berat Kosong (ton)	Berat Muatan (ton)	Berat Total (ton)	Kecepatan Rata-Rata (Km/Jam)
1	43	66	109	19,78
2	43	64	107	19,78
3	43	66	109	19,78
4	43	67	110	19,78
5	43	59	102	19,78
6	43	63	106	19,78
7	43	62	105	19,78
8	43	63	106	19,78
9	43	64	107	19,78
Rata-rata	-	63,78	106, 78	-

Data Setiap Kemiringan Jalan antar Segment

Dari data-data hasil penelitian didapatkan beberapa parameter seperti jarak tempuh, waktu tempuh, Rotasi Per Menit (RPM) yang dibutuhkan oleh alat angkut saat melintasi jalan angkut dengan kemiringan jalan yang berbeda-beda, serta kemiringan jalan yang dilalui oleh angkut. Data-data tersebut digunakan dalam perhitungan RPM rata-rata yang dibutuhkan oleh alat angkut HD 465-7 serta tahanan kemiringan (*grade resistance*) untuk mengangkut material lapisan batuan penutup (*overburden*) dari lokasi pemuatan (*loading point*) menuju lokasi pembuangan (*dumping point*). Data-data tersebut dapat dilihat dalam Tabel 4.

Hubungan Kemiringan Jalan Terhadap *Fuel Consumption*

Dari beberapa jalur angkut yang diamati, terdapat kemiringan jalan yang bervariasi sehingga akan mempengaruhi nilai tahanan kemiringan yang dialami oleh kendaraan yang melewatinya. Nilai kemiringan jalan pada setiap jalur angkut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Kemiringan Jalan pada Jalur Angkut (LP ke DP)

Segment	LP3-DP3 (%)
1	11
2	12
3	12
4	13
5	7
6	9
7	6
8	6
9	5
Rata-rata	9
Maksimum	13

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Kemiringan jalan akan mempengaruhi laju konsumsi bahan bakar kendaraan yang melintas akibat besarnya nilai tahanan kemiringan yang harus diatasi oleh unit saat melintasi jalan tersebut (Atika et al., 2020).

Perbandingan *grade resistance* terhadap *fuel consumption* terbagi menjadi dua, yaitu perbandingan berdasarkan data *grade* dalam persen (%) dan *grade resistance* dalam satuan berat (lbs/ton). perbandingan nilai *grade resistance* terhadap *fuel consumption* dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 5. Data Jarak Tempuh, Waktu Tempuh, dan RPM Rata-Rata Setiap Kemiringan Jalan antar Segment Unit HD 465-7 Jalur LP3-DP3.

Segment	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (dtk)	RPM	Kemiringan Jalan (%)	Tahanan (lbs/ton)	
					GR	RR
1	59,95	122,11	1289	11	218	100
2	279,72	162,78	1467	12	238	100
3	139,83	119,44	1467	12	238	100
4	359,68	182	1533	13	257,8	100
5	219,71	131,67	1044	7	139,8	100
6	99,90	113,33	1178	9	179,2	100
7	119,88	123,33	744	6	119,8	100
8	99,99	118,22	744	6	119,8	100
9	359,88	152,56	633	5	100	100
Jumlah	1738,45	1225,44	-	-	-	-

Tabel 6. Perbandingan Kemiringan Jalan terhadap Fuel Consumption unit HD 465-7

Lokasi	Segment	Grade (%)	Grade Resistance (lbs/ton)	Fuel (lph)
LP3-DP3	1	11	218	57,12
LP3-DP3	2	12	238	65,23
LP3-DP3	3	12	238	65,23
LP3-DP3	4	13	257,8	69,07
LP3-DP3	5	7	139,8	47,71
LP3-DP3	6	9	179,2	52,84
LP3-DP3	7	6	119,8	36,23
LP3-DP3	8	6	119,8	36,23
LP3-DP3	9	5	100	31,98

Hubungan antara nilai kemiringan jalan dengan *fuel consumption* unit HD 465-7 dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai tahanan kemiringan yang digunakan dalam perhitungan merupakan nilai terbesar dari setiap jalur angkut. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui batasan nilai tahanan kemiringan untuk kategori konsumsi bahan bakar unit HD 465-7 sesuai *Specification Handbook and Application Handbook Komatsu edisi-30*.

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa *fuel consumption* unit HD 465-7 bertambah seiring dengan bertambahnya nilai kemiringan jalan. Kemiringan jalan yang semakin tinggi akan menyebabkan kecepatan mesin berkurang, oleh sebab itu dibutuhkan tenaga tarik atau *rimpull* yang cukup untuk menarik beban kendaraan dan muatan yang diangkut agar menjaga kecepatan pengangkutan tetap konstan. Salah satu caranya adalah dengan menambah RPM (*Rotation per Minute*) mesin yang bekerja sehingga *rimpull* yang dihasilkan dapat menjaga kecepatan pengangkutan tetap konstan. Dengan bertambahnya RPM mesin maka *fuel consumption* juga akan semakin besar.



Gambar 2. Hubungungan Kemiringan Jalan Terhadap Fuel Consumption HD 465-7

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Garis regresi pada Gambar 2 menunjukkan bahwa *fuel consumption* unit HD 465-7 akan konstan pada nilai kemiringan tertentu. hal ini dapat terjadi karena kemampuan mesin untuk menghasilkan *rimpull* maksimum terbatas pada daya yang tersedia pada mesin. sehingga, jika perputaran mesin sudah mencapai titik maksimal, maka mesin tidak akan mampu menghasilkan *rimpull* yang lebih besar untuk menarik beban kendaraan dan muatannya pada tingkat kemiringan tertentu (Hasan, Iqbal. 2001).

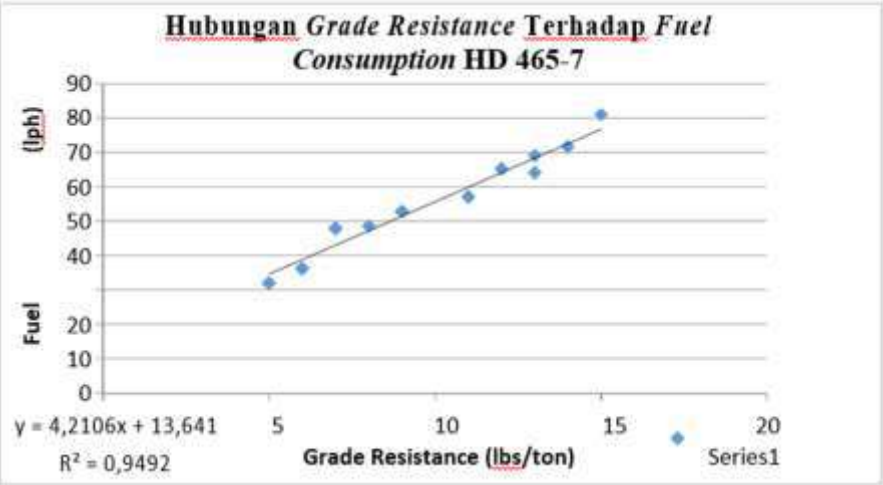
Pada alat angkut 465-7D, *grade resistance* mempunyai pengaruh sebesar 95% dan 5% sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain. berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa kenaikan *grade* jalan per 1%, maka akan menyebabkan kenaikan *fuel* unit HD 465-7 sebesar 4,207 liter/jam. dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,949 dan koefisien korelasi (R) sebesar 0,97.

Dengan persamaan regresi linear sederhana untuk unit HD 465-7 Y = 4,207x + 13,683, maka dapat di estimasi berapa besar kenaikan *fuel consumption* untuk setiap kenaikan 1% *grade* jalan. Estimasi besaran kenaikan *fuel consumption* terhadap perubahan nilai kemiringan jalan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Estimasi Kenaikan Fuel Consumption Terhadap Perubahan Kemiringan Jalan.

Unit	Grade (%)	Fuel (lph)
HD 465-7	1	17,89
HD 465-7	2	22,097
HD 465-7	3	26,304
HD 465-7	4	30,511
HD 465-7	5	34,718
HD 465-7	6	38,925
HD 465-7	7	43,132
HD 465-7	8	47,339
HD 465-7	9	51,546
HD 465-7	10	55,753

Sedangkan grafik perbandingan *grade resistance* terhadap *fuel consumption* dalam satuan berat (lbs/ton) dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Grade Resistance Terhadap Fuel Consumption HD 465-7 dalam Satuan Berat (lbs/ton).

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa *grade resistance* (lbs/ton) juga memberikan korelasi positif terhadap *fuel consumption*. dimana untuk unit HD 465-7 berdasarkan nilai = 0,949, berarti *grade resistance* mempunyai pengaruh sebesar 94,9 % terhadap *fuel consumption* dengan koefisien korelasi (R) = 0,97.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu Faktor yang paling mempengaruhi *fuel consumption* Komatsu HD 465-7 yaitu kemiringan jalan angkut, Nilai *fuel consumption* paling tinggi berada pada kemiringan jalan sebesar 15% dengan menghabiskan *fuel* sebanyak 81 liter/jam untuk Komatsu HD 465-7, Semakin tinggi kemiringan jalan yang dilalui oleh alat angkut maka RPM yang dihasilkan juga semakin tinggi, Hubungan pengaruh kemiringan jalan terhadap *fuel consumption* unit HD 465-7 berdasarkan analisis statistik dengan metode regresi linier sederhana adalah 95%, dengan estimasi kenaikan *fuel* untuk setiap peningkatan 1% kemiringan jalan adalah sebesar 4,20 liter/jam.

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih saya ucapkan kepada Maira Triana Putri, S.T.

DAFTAR PUSTAKA

Atika, F., Putri, R., Kriswandy, E., Fakultas, T. P., Mineral, T., Institut, K., Adhi, T., & Surabaya, T. (2020). Analisa Working Space Excavator Dan Off Highway Dump Truck Berdasarkan Spesifikasi Unit Dengan Menghitung Luas Aktual Kerja Excavator Sebagai Acuan Desain Pit Weekly Di Area Sm-A3 Pt. Sims Jaya Kaltim Site Pt. Kideco Jaya Agungkalimantan Timur. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 1, Issue 1). https://ejournal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/1224

Komatsu. (2009). *Specifications and applications handbook*. *December*, 928.

Haryanto, YW. 1992. Pemindahan Tanah Mekanis Bagian. Yogyakarta. Universitas Atmayoga

Hasan, Iqbal. 2001. Pokok-pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif). Jakarta: PT. Bumi Aksara

Indonesianto, Yanto. 2010. Pemindahan Tanah Mekanis. Yogyakarta: UPN "Veteran".

Partanto, Prodjosumarto. 1983. Pemindahan Tanah Mekanis. Bandung : ITB

Sugiyono. 2009. Statistik Untuk Penelitian. Bandung: CV. Alfabeta

Sujianto, E. Agus. 2007. "Aplikasi Statistik dengan SPSS untuk Pemula" Jakarta: Prestasi Pustaka

Sumarya. 2002. Bahan Ajar Peralatan Tambang. Padang: UNP Padang

Wedhanto, Sonny. 2009. "Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis". Diklat Kuliah Untuk Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Malang. Malang: Teknik Sipil Universitas Negeri Malang

Putri, F. A. R. (n.d.). *OPTIMALISASI PRODUKTIVITAS ALAT ANGKUT TAMBANG PASIR | Putri | Prosiding Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan*. Retrieved April 13, 2021, from https://ejournal.itats.ac.id/semitan/article/view/1048