ANALISA MODEL MATEMATIKA PENGARUH GEOMETRI JALAN ANGKUT TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR *DUMP TRUCK* (STUDI KASUS : PT. BUKIT ASAM TBK. SUMATERA SELATAN)

Yazid Fanani[1], Rilianisa Destinaba[2]

[1], [2] Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: yazid.tambang@itats.ac.id

ABSTRAK

Kegiatan pengangkutan menggunakan dump truck dipengaruhi oleh kondsisi jalan, peralatan dan cuaca. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa hubungan antara geometri jalan angkut terhadap penggunaan bahan bakar *dump truck* dengan pendekatan model matematika berdasarkan metode regresi linier. Konsumsi bahan bakar dinyatakan sebagai variabel terikat (Y). Kemiringan jalan, jarak angkut, kecepatan dan waktu tempuh dinyatakan sebagai variabel bebas (X). Berdasarkan analisa model matematika dapat diketahui bahwa yang paling besar pengruhnya terhadap konsumsi bahan bakar *dump truck* adalah perubahan jarak angkut. Tiap perubahan jarak sebesar 100 meter akan menambah konsumsi bahan bakar sebesar 0,112282 liter.

Kata kunci: bahan bakar, *dump truck*, jalan angkut, model matematika, regresi linier

ABSTRACT

The main effect of hauling using dump truck are effected by road condition, machine condition, and weather. This research has purpose to analyse the connection between hauling road geometry with dump truck fuel consumpstion. Fuel consumption as dependent variabel (Y). Grade, haul distance, speed and travel time as independent variabel (X). Using mathematical modelling the main effect for dump truck fuel consumption is haul distance. Changing haul distance every 100 meters increased fuel consumption 0,122282 liters.

Keywords : dump truck, fuel, hauling road , linier regresion, mathematical modelling

PENDAHULUAN

Pada kegiatan pengangkutan menggunakan *dump truck* terdapat beberapa faktor utama yang mempengaruhi tingkat produksi dan biaya angkut khususnya ongkos bahan bakar yaitu kondisi jalan, kondisi peralatan pengangkutan, dan kondisi cuaca.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa hubungan antara geometri jalan angkut terhadap penggunaan bahan bakar *dump truck* sehingga akan didapatkan bagaimana pengaruh dari kemiringan jalan dan jarak angkut terhadap perubahan konsumsi bahan bakar *dump truck. Dump truck* yang digunakan adalah Scania P 380 dengan tenaga kuda (*horsepower*) yang dimiliki adalah 380. Unit *dump truck* ini juga memiliki berat kosong sekitar 9.000 kg dan berat maksimal saat bermuatan adalah 41.000 kg. Kapasitas tangki yang dimiliki Scania P 380 adalah 300 liter, dengan 8 *speed* untuk *forward* dan 1 *reverse.*

Analisa dilakukan dengan pendekatan model matematika berdasarkan metode regresi linier. Dimana variabel terikat (Y) adalah Konsumsi bahan bakar. Variabel bebas (X) adalah geometri jalan angkut, dimana pada penelitian ini geometri jalan angkut yang dianalisa adalah kemiringan jalan *(grade)* , kecepatan dan waktu tempuh.

Hasil dari metode regresi linier ini akan dapat diterapkan, apabila hasil uji statistik yang dilakukan memenuhi persyaratan dan dinyatakan dalam bentuk kurva, maka titik-titik plot variabel terikat dengan variabel bebas akan terhimpun dan membentuk garis lurus. Hal ini dinyatakan dari nilai-nilai koefisien korelasi, koefisien determinasi, dan tingkat konvergensi yang tinggi serta faktor penyimpangan (*standard deviation*) yang kecil.

METODE PENELITIAN

Penelitian didasarkan pada pendekatan model matematika metode regresi linier. Konsumsi bahan bakar dinyatakan sebagai variabel terikat (Y). Kemiringan jalan, jarak angkut, kecepatan dan waktu tempuh dinyatakan sebagai variabel bebas (X). Model matematika dibuat secara *trial and error* dengan persamaan yaitu:

$$Y = aX + b \quad \text{..... (1)}$$

Dimana :

Y = Variabel Terikat (Konsumsi Bahan Bakar)

X = Variabel Bebas (Kemiringan Jalan, Jarak Angkut, Kecepatan, Waktu Tempuh)

a = Konstanta Regresi

b = Konstanta Regresi

konstanta a dan b dihitung berdasarkan persamaan :

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X) - n\sum XY}{(\sum X)^2 - n\sum X^2} \quad \text{..... (2)}$$

$$b = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum XY)(\sum X)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad \text{..... (3)}$$

Untuk mengetahui tingkat validitas dari hubungan variabel terikat (Y) dengan variabel bebasnya (X), maka dibutuhkan uji statistik yang meliputi koefisien korelasi (R), koefisien determinasi (F), standar deviasi (SD) dan tingkat konvergensi (C). Adapun bentuk-bentuk persamaan untuk menentukan ke-empat variabel ini adalah sebagai berikut :

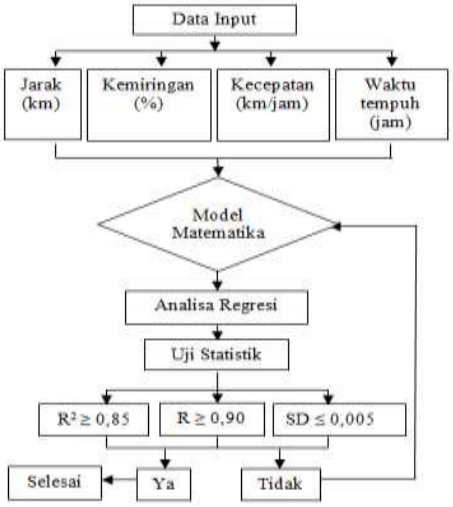
$$R = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n\sum X^2 - (\sum X)^2\}\{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad \text{..... (4)}$$

$$F = R^2 \quad \text{..... (5)}$$

$$SD = \left|\frac{Y - Yreg}{Y}\right| x100\% \quad \text{..... (6)}$$

$$C = 100 - SD \quad \text{..... (7)}$$

Secara sederhana, tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut**.**



Gambar 1. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jalan Angkut

Lintasan jalan angkut dibagi menjadi 2 (Tabel 1), yang pertama adalah lintasan berangkat dengan kondisi *dump truck* bermuatan yaitu pengangkutan dari *front* penambangan menuju tempat penimbunan *temporary stockpile* J. Dan yang kedua adalah lintasan kembali dengan kondisi *dump truck* kosong yaitu pengangkutan dari *temporary stockpile* J menuju ke *front* penambangan.

Tabel 1. Lintasan Jalan Angkut

Berangkat (Bermuatan)				Kembali (Kosong)			
No	Segmen	Jarak (m)	Kemiringan (%)	No	Segmen	Jarak (m)	Kemiringan (%)
1	A-B	110	3,0	1	J-I	90	2,2
2	B-C	220	1,0	2	I-H	560	4,5
3	C-D	95	1,1	3	H-G	720	0,6
4	D-E	200	3,0	4	G-F	145	2,1
5	E-F	150	7,3	5	F-E	150	7,3
6	F-G	145	2,1	6	E-D	200	3,0
7	G-H	720	0,6	7	D-C	95	1,1
8	H-I	560	4,5	8	C-B	220	1,0
9	I-J	90	2,2	9	B-A	110	3,0

Waktu Tempuh dan Konsumsi Bahan Bakar

Waktu tempuh kendaraan berangkat (bermuatan) alat angkut yang di dapatkan pada saat penelitian adalah sebesar 0,22 jam (13 menit) dan waktu tempuh pada saat kendaraan kembali (kosong) adalah sebesar 0,24 jam (15 menit).

Konsumsi bahan bakar pada kendaraan berangkat (bermuatan) adalah sebesar 5,34089 liter dengan waktu tempuh 0,222 jam, sedangkan untuk konsumsi bahan bakar pada kendaraan kembali (kosong) adalah sebesar 5,83771 liter dengan waktu tempuh 0,234 jam.

Tabel 2. Waktu Tempuh dan Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Berangkat

Segmen	Jarak (km)	Kemiringan (%)	Rimpull	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (jam)	Konsumsi Bahan Bakar (liter)
A - B	0,11	3,0	2676,00	7,17	0,01533333	0,36861
B - C	0,22	1,0	1290,00	11,79	0,01866667	0,44875
C - D	0,10	1,1	1551,30	9,83	0,00966667	0,23239
D - E	0,20	3,0	2868,00	7,69	0,02600000	0,62504
E - F	0,15	7,3	5847,00	4,29	0,03500000	0,84140
F - G	0,15	2,1	2052,30	8,06	0,01800000	0,43272
G - H	0,72	0,6	1204,80	13,85	0,05200000	1,25008
H - I	0,56	4,5	3907,50	15,20	0,03683333	0,88547
I - J	0,09	2,2	2121,60	8,44	0,01066667	0,25643
Jumlah	2,29	-	23518,5	-	0,22216667	5,34089
Rata -Rata	-	2,8	-	9,59	-	-

Tabel 3. Waktu Tempuh dan Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Berangkat

Segmen	Jarak (km)	Kemiringan (%)	Rimpull	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (jam)	Konsumsi Bahan Bakar (liter)
J-I	0,09	2,2	582,5	6,21	0,0145000	0,34858
I-H	0,56	4,5	-983,5	30,27	0,0185000	0,44474
H-G	0,72	0,6	-281,5	9,43	0,0763333	1,83505
G-F	0,15	2,1	564,5	8,06	0,0130000	0,43272
F-E	0,15	7,3	-1487,5	4,29	0,0350000	0,84140
E-D	0,20	3,0	-713,5	7,69	0,0260000	0,62504
D-C	0,10	1,1	-371,5	9,83	0,0096667	0,23239
C-B	0,22	1,0	366,5	9,10	0,0241667	0,58097
B-A	0,11	3,0	726,5	5,32	0,0206667	0,49683
Jumlah	2,29	-	-1597,68	-	0,24283333	5,83771
Rata-Rata	-	2,8	-	10,02	-	-

Model Matematika

Terdapat dua model matematika untuk analisa pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar *dump truck,* yaitu model matematika untuk kendaraan berangkat (model matematika I) dan model matematika untuk kendaraan kembali (model matematika II).

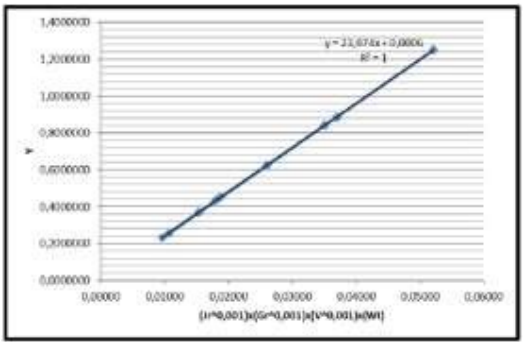
Model matematika I untuk kendaraan berangkat dengan kondisi bermuatan ditunjukkan pada persamaan seperti berikut ini :

$$Y = 23{,}97 \times ((Jr^{0{,}001}) \times (Gr^{0{,}001}) \times (V^{-0{,}001}) \times (Wt)) + 0{,}000628$$

Dimana :
Jr = Jarak angkut
Gr = Kemiringan jalan
V = Kecepatan
Wt = Waktu Tempuh

Tabel 4. Hasil Uji Statistik Model Matematika I

R	R^2	SD (%)	SD	C
1,00	1,00	0,14	0,0937522	99,86



Gambar 2. Grafik Regresi Linier Model Matematika I

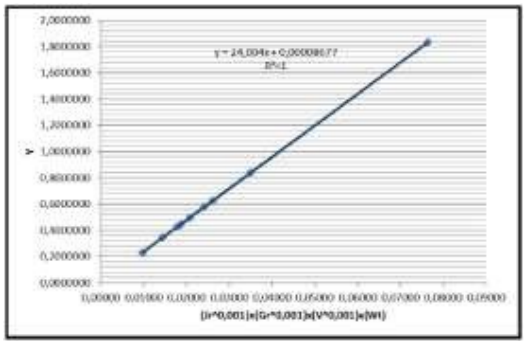
Model matematika II untuk kendaraan kembali dengan kondisi kosong ditunjukkan pada persamaan seperti berikut ini :

$$Y = 24{,}004 \times ((Jr^{0{,}001}) \times (Gr^{0{,}001}) \times (V^{-0{,}001}) \times (Wt)) + 0{,}0000868$$

Dimana :
Jr = Jarak angkut
Gr = Kemiringan jalan
V = Kecepatan
Wt = Waktu Tempuh

Tabel 5. Hasil Uji Statistik Model Matematika II

R	R^2	SD (%)	SD	C
1,00	1,00	0,08	0,000000000000001521	99,92



Gambar 3. Grafik Regresi Linier Model Matematika II

Berdasarkan model matematika I dan II maka untuk tiap perubahan geometri jalan angkut dapat dianalisa pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar *dump truck.*

Analisa Perubahan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Tiap perubahan jarak angkut sejauh 100 meter dengan asumsi kemiringan jalan dan kecepatan kendaraan dibuat sama, maka konsumsi bahan bakar akan meningkat sebesar 0,112282 liter dan menambah waktu tempuh sebesar 0,003967 jam (Tabel 6).

Tabel 6. Hubungan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

A	b	Jarak (km)	Grade (%)	Kecepatan (km/h)	Waktu Tempuh (jam)	BBM	Selisih
23,97	0,0006280	0,10	1,00	20,00	0,005	0,12058	0,000000
23,97	0,0006280	0,20	1,00	20,00	0,010	0,24070	0,12012019
23,97	0,0006280	0,30	1,00	20,00	0,015	0,36089	0,12018306
23,97	0,0006280	0,40	1,00	20,00	0,020	0,48111	0,12022391
23,97	0,0006280	0,50	1,00	20,00	0,025	0,60136	0,12025429
23,97	0,0006280	0,60	1,00	20,00	0,030	0,72164	0,12027850
23,97	0,0006280	0,70	1,00	20,00	0,035	0,84194	0,12029865
23,97	0,0006280	0,80	1,00	20,00	0,040	0,96226	0,12031589
23,97	0,0006280	0,90	1,00	20,00	0,045	1,08259	0,12033097
23,97	0,0006280	1,00	1,00	20,00	0,050	1,20293	0,12034437
23,97	0,0006280	1,10	1,00	20,00	0,055	1,32329	0,12035642
23,97	0,0006280	1,20	1,00	20,00	0,060	1,44366	0,12036738
23,97	0,0006280	1,30	1,00	20,00	0,065	1,56403	0,12037742
23,97	0,0006280	1,40	1,00	20,00	0,070	1,68442	0,12038669
23,97	0,0006280	1,50	1,00	20,00	0,075	1,80481	0,12039530
							0,112282

Analisa Kemiringan Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Tingkat konsumsi bahan bakar dan waktu tempuh akan berubah seiring dengan adanya perubahan kemiringan. Setiap ada pertambahan kemiringan 5% dengan kecepatan dibuat tetap dan mengalami perubahan jarak maka dapat menambah konsumsi bahan bakar sebesar 0,0562 liter dan menambah waktu tempuh sebesar 0,0017 jam (Tabel 7).

Tabel 7. Hubungan Kemiringan Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

A	b	Jarak (km)	Grade (%)	Kecepatan (km/h)	Waktu Tempuh (jam)	BBM	Selisih
23,97	0,0006280	0,10	0,00	20,00	0,005	0,0006280	0,0000
23,97	0,0006280	0,11	0,50	20,00	0,006	0,1324983	0,1319
23,97	0,0006280	0,14	1,00	20,00	0,007	0,1886199	0,0561
23,97	0,0006280	0,18	1,50	20,00	0,009	0,2167595	0,0481
23,97	0,0006280	0,22	2,00	20,00	0,011	0,2685253	0,0518
23,97	0,0006280	0,28	2,50	20,00	0,013	0,3130923	0,0446
23,97	0,0006280	0,31	3,00	20,00	0,016	0,3733151	0,0602
23,97	0,0006280	0,36	3,50	20,00	0,018	0,4335573	0,0602
23,97	0,0006280	0,41	4,00	20,00	0,021	0,4938164	0,0603
23,97	0,0006280	0,46	4,50	20,00	0,023	0,5540902	0,0603
23,97	0,0006280	0,50	5,00	20,00	0,025	0,6023309	0,0482
23,97	0,0006280	0,55	5,50	20,00	0,028	0,6626274	0,0603
23,97	0,0006280	0,60	6,00	20,00	0,030	0,7229548	0,0603
23,97	0,0006280	0,65	6,50	20,00	0,033	0,7832523	0,0603
23,97	0,0006280	0,70	7,00	20,00	0,035	0,8435791	0,0603
							0,0562

Analisa Perubahan Kecepatan *Dump Truck* Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Kecepatan *dump truck* juga mempunyai pengaruh terhadap tingkat konsumsi bahan bakar dari alat tersebut. Setiap perubahan kecepatan (V) sebesar 5 km/jam dengan jarak yang sama dan kemiringan (*grade*) sama dapat menghemat bahan bakar sebesar 0,006196 liter.

Tabel 8. Hubungan Kecepatan *Dump Truck* Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

A	b	Jarak (km)	Grade (%)	Kecepatan (km/h)	Waktu Tempuh (jam)	BBM	Selisih
23,97	0,0006280	0,10	1,00	20,00	0,0050000	0,12058	0,000000
23,97	0,0006280	0,10	1,00	25,00	0,0040000	0,09661	-0,023969
23,97	0,0006280	0,10	1,00	30,00	0,0033333	0,08063	-0,015983
23,97	0,0006280	0,10	1,00	35,00	0,0028571	0,06921	-0,011418
23,97	0,0006280	0,10	1,00	40,00	0,0025000	0,06065	-0,008545
23,97	0,0006280	0,10	1,00	45,00	0,0022222	0,07398	-0,008662
23,97	0,0006280	0,10	1,00	50,00	0,0020000	0,04843	-0,005551
23,97	0,0006280	0,10	1,00	55,00	0,0018182	0,04429	-0,004362
23,97	0,0006280	0,10	1,00	60,00	0,0016667	0,04066	-0,003635
23,97	0,0006280	0,10	1,00	65,00	0,0015385	0,03738	-0,003276
23,97	0,0006280	0,10	1,00	70,00	0,0014286	0,03494	-0,002437
23,97	0,0006280	0,10	1,00	75,00	0,0013333	0,03268	-0,002265
23,97	0,0006280	0,10	1,00	80,00	0,0012500	0,03068	-0,002000
23,97	0,0006280	0,10	1,00	85,00	0,0011765	0,02889	-0,001795
23,97	0,0006280	0,10	1,00	90,00	0,0011111	0,02732	-0,001569
							-0,098217

KESIMPULAN

Terdapat dua model matematika untuk analisa pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar *dump truck,* yaitu model matematika untuk kendaraan berangkat (model matematika I) dan model matematika untuk kendaraan kembali (model matematika II). Berdasarkan model matematika dapat diketahui bahwa yang paling besar pengruhnya terhadap konsumsi bahan bakar *dump truck* adalah perubahan jarak angkut. Tiap perubahan jarak sebesar 100 meter akan menambah konsumsi bahan bakar sebesar 0,112282 liter.

DAFTAR PUSTAKA

Harsiga, Edwin dan Novianto, Eko Indra, (2017). "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut *Dump Truck CAT D400E* Ditinjau dari Pngaruh Perawatan, Umur Alat Angkut pada Pengangkutan *Overburden* di PT Baturona Adimulya, Musi Banyuasin Sumatera Selatan". *Jurnal Teknik Patra Akademika - Politeknik Akamigas Palembang*, **08 :** 10 – 18

Indonesianto, Yanto. 2008. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Pertambangan UPN "Veteran"

Murray Spiegel dan Larry Stephens. 2007. *Statistik Edisi Ketiga.* Jakarta : Penerbit Erlangga

Nabella, Merlin dkk. (2016), "Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Fuel Ratio Pada Kegiatan Penambangan Batubara", *Universitas Islam Bandung*, hlm 238

Utamakno L., (2018), "Analisa Penurunan Produksi Lempung Terhadap Pengaruh Curah Hujan Dengan Metode Regresi Linier", *Jurnal Promine – Universitas Bangka Belitung*, **Volume 06:**1-4