

Analisis Hubungan *CBR*, Tahanan Guling dan Daya Dukung Tanah Terhadap Kecepatan *Dump Truck* Pada Jalan Angkut Tambang

Menggunakan Metode Regresi Linier

(*Analysis Between CBR, Rolling Resistance and Soil Bearing Capacity with Dump Truck Velocity in Mine Hauling Road Use Linear Regression Method*)

Yazid Fanani^{1*}

¹Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

* Korespondensi E-mail : yazid.tambang@itats.ac.id

Abstrak

Pengaruh utama pada kegiatan pengangkutan menggunakan *dump truck* adalah kondisi jalan, kondisi peralatan dan cuaca. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis hubungan antara nilai *CBR* (*California Bearing Ratio*), tahanan guling dan daya dukung tanah terhadap kecepatan *dump truck* dengan pendekatan model matematika berdasarkan metode regresi linier. Kecepatan *dump truck* dinyatakan sebagai variabel terikat (Y). *CBR*, tahanan guling, dan daya dukung tanah dinyatakan sebagai variabel bebas (X). Berdasarkan hasil penelitian, tahanan guling mempunyai pengaruh negatif terhadap kecepatan *dump truck*. Kecepatan *dump truck* akan berkurang sebanyak 0,13 – 0,14 km/jam dengan naiknya nilai tahanan guling sebesar 10 lbs. *CBR* dan daya dukung tanah berpengaruh positif terhadap kecepatan *dump truck*. Kenaikan nilai *CBR* sebesar 5 % dan kenaikan nilai daya dukung tanah sebesar 0,34 kg/cm² akan meningkatkan kecepatan *dump truck* 0,48 – 0,66 km/jam. Agar kecepatan *dump truck* dapat meningkat, nilai minimum *CBR* dari jalan angkut adalah 15 % dan nilai daya dukung tanah sebesar 6,79 kg/cm² dengan maksimum nilai tahanan guling 40 lbs.

Kata kunci: *CBR*, daya dukung tanah, regresi linier, tahanan guling

Abstract

The main effect of hauling using dump trucks is effected by haul road, machine condition, and weather. The purpose of this research is to analyze the connection between CBR, rolling resistance and soil bearing capacity with dump truck velocity using linear regression methods by mathematical model approach. Dump truck velocity is as dependent variable (Y). CBR, rolling resistance and soil bearing capacity is as the independent variable (X). Based on this research, rolling resistance has a negative effect to dump truck velocity. Dump truck velocity decreases 0.13 – 0.14 km/h by the increase of 10 lbs rolling resistance. CBR and soil bearing capacity have a positive effect to dump truck velocity. The increase 5 % of CBR and 0.34 kg/cm² soils bearing capacity can increase dump truck velocity of 0.48 – 0.66 km/h. To increase dump truck velocity, the minimum CBR value on the haul road is 15 % and soil bearing capacity 6.79 kg/cm² with a maximum rolling resistance value of 40 lbs.

Keywords: *CBR, linear regression, rolling resistance, soils bearing capacity*

1. Pendahuluan

Pada kegiatan penambangan, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat produksi dari penambangan yang kegiatan pengangkutannya menggunakan *dump truck*. Faktor tersebut yaitu kondisi jalan angkut, kondisi *dump truck* itu sendiri, dan kondisi cuaca (Fanani dan Destinaba, 2019).

Fokus pada penelitian ini adalah pada kondisi jalan angkut khususnya pada daya dukung tanah. Daya dukung tanah merupakan kemampuan material penyusun jalan untuk menopang beban *dump truck* yang melewati jalan tersebut. Pada daya dukung tanah, material penyusun

permukaan jalan angkut dapat mempengaruhi besar kecilnya nilai dan nilai *CBR* yang akan berdampak pada kecepatan *dump truck*.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan analisis mengenai hubungan antara tahanan guling, nilai *CBR* dan daya dukung tanah terhadap kecepatan *dump truck* pada jalan angkut. Analisis dilakukan dengan pendekatan model matematika berdasarkan metode regresi linier. Metode regresi linier adalah suatu cara untuk menentukan hubungan antara variabel terikat terhadap variabel bebas. Kedua variabel ini apabila dinyatakan dalam bentuk kurva akan

berupa garis lurus (Amrullah *et al.*, 2019). Pada kondisi ini variabel terikat (Y) adalah kecepatan *dump truck*. Variabel bebas (X) adalah tahanan guling, *CBR* dan daya dukung tanah.

Metode regresi linier dapat diterapkan apabila titik-titik plot variabel bebas dan variabel terikat terhimpun dan membentuk garis lurus. Hal ini dinyatakan dari hasil uji statistik yang terdiri dari nilai-nilai koefisien korelasi (R), koefisien determinasi (R²), tingkat konvergensi (C) yang tinggi dengan faktor penyimpangan (SD) yang kecil.

2. Metode

Lokasi Penelitian

Pengambilan data dilakukan di CV. Mutiara Pasir yang terletak pada Desa Jugosari, Kecamatan Candipuro Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur (Gambar 1). Sedangkan untuk uji laboratorium, pengolahan data dan analisis data dilakukan di Jurusan Teknik Sipil dan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS).

Tahapan Penelitian

Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Nilai CBR adalah perbandingan antara beban percobaan atau (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) yang dinyatakan dalam bentuk persentase (Wongkar dan Susilo, 2019). Standar pengujian menggunakan standar ASTM D1883 (Juansyah, 2016). Perhitungan nilai *CBR* didasarkan pada persamaan :

$$CBR = \frac{PT}{PS} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- CBR = California Bearing Ratio (%)
- PT = Beban Percobaan (*test load*)
- PS = Beban Standar (*standard load*)

Perhitungan Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah merupakan tekanan atau beban maksimum yang dapat dipikul oleh tanah tanpa terjadi kelongsoran (Palar Monintja, E dan Sarajar, 2013). Nilai dari daya dukung tanah dapat dihitung dari konversi nilai *CBR* menggunakan persamaan (Pradani dan Wibowo, 2017). Persamaan untuk menghitung nilai daya dukung tanah dari nilai *CBR* adalah :

$$DDT = 1,6649 + 4,3592 \log CBR \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- DDT = Daya Dukung Tanah (kg/cm²)
- CBR = *California Bearing Ratio* (%)

Perhitungan Tahanan Guling

Tahanan Guling (*rolling resistance*) merupakan jumlah gaya-gaya luar yang berlawanan dengan arah gerak kendaraan yang berjalan di atas permukaan tanah (Prodjosumarto, 1993). Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tahanan guling yaitu : berat muatan, kondisi jalan, gesekan dalam, struktur permukaan jalan dan bagian kendaraan yang bersentuhan dengan permukaan jalan, yaitu luas kontak ban dengan jalan (Wood *et al.*,1995). Nilai *Rolling Resistance* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$RR = (\text{Tier Penetration (inch)} \times 30) + 40 \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- RR = *Rolling Resistance* (lbs)
- 40 = Ketetapan 2% *internal friction*

Analisis

Analisis hasil penelitian menggunakan pendekatan model matematika dengan metode regresi linier. Data yang digunakan adalah data yang diambil pada jalan angkut CV. Mutiara Pasir. Uji sampel dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Sampel yang diambil merupakan sampel tanah yang menyusun lapisan permukaan jalan angkut. Nilai-nilai dari *CBR*, *Rolling Resistance* dan daya dukung tanah dihitung berdasarkan persamaan (1), (2) dan (3). Kecepatan *dump truck* dinyatakan sebagai variabel terikat (Y). Variabel bebas (X) merupakan nilai *CBR*, tahanan guling dan daya dukung tanah (DDT). Model matematika dibuat secara *trial and error* dengan persamaan :

$$Y = aX + b \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

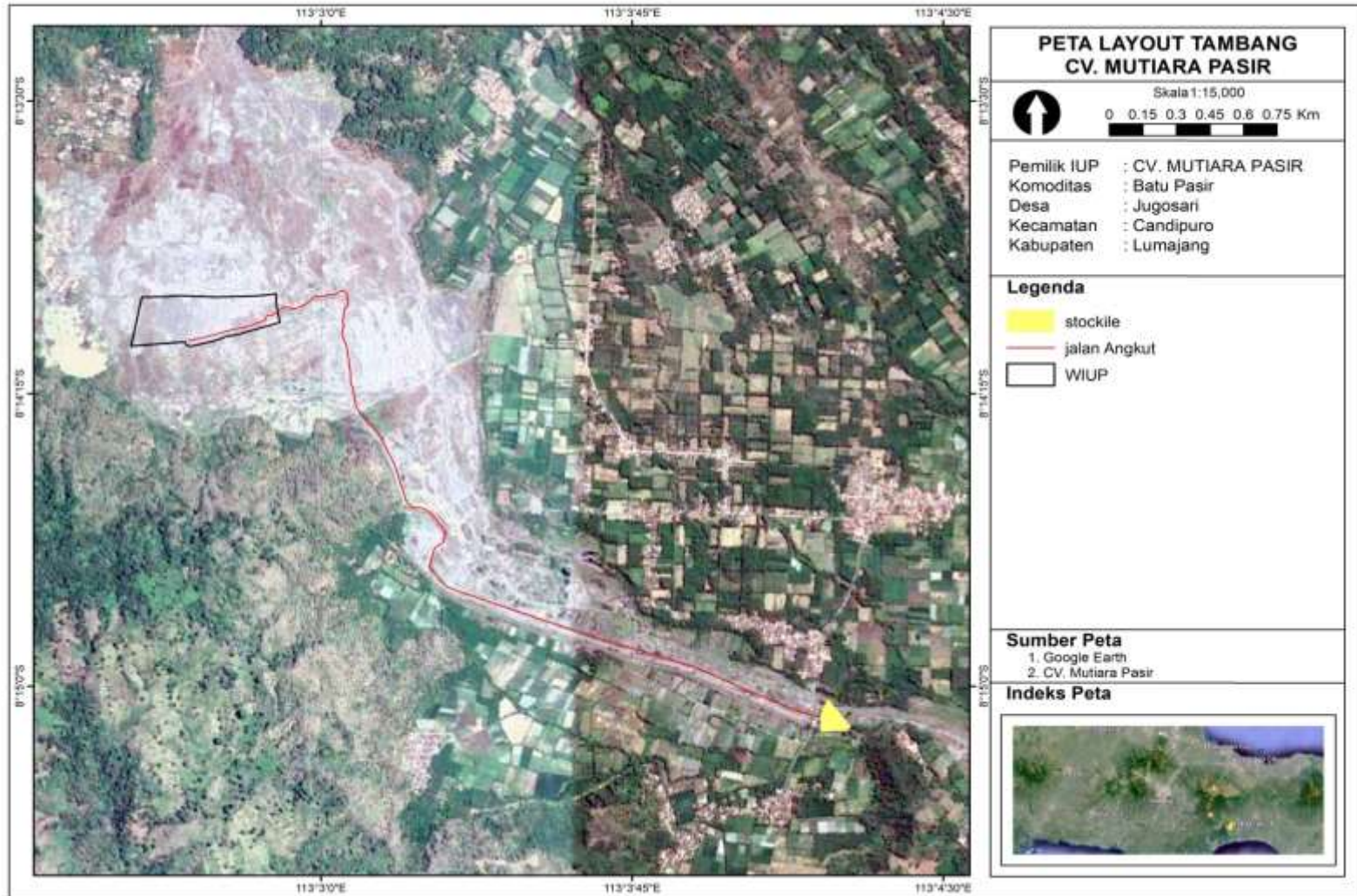
- Y = Variabel Terikat
- X = Variabel Bebas
- a dan b = Konstanta

nilai konstanta a dan b ditentukan berdasarkan persamaan :

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X) - n \sum XY}{(\sum X)^2 - n \sum X^2} \dots\dots\dots (5)$$

$$b = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum XY)(\sum X)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (6)$$

Kemudian dilakukan uji validitas dari hubungan variabel terikat (Y) dengan variabel bebasnya (X). Uji validitas yang dilakukan meliputi nilai koefisien korelasi (R), koefisien



Gambar 1. Lokasi Penelitian

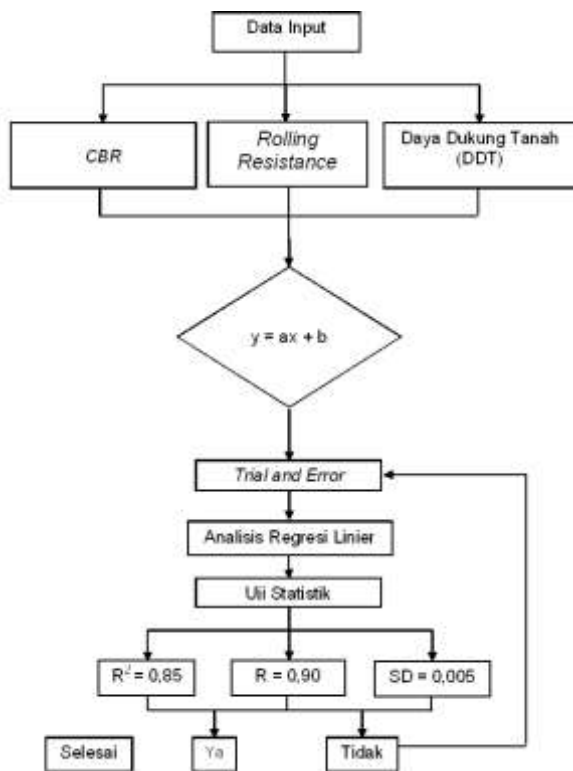
determinasi (R^2), standar deviasi (SD) dan tingkat konvergensi (C). Uji validitas dianggap valid apabila nilai koefisien korelasi (R) bernilai $\geq 0,90$, nilai koefisien determinasi (F) bernilai $\geq 0,85$ dan standar deviasi (SD) bernilai $\leq 0,005$. Apabila nilai-nilai tersebut belum terpenuhi maka dilakukan kembali permodelan Matematika yang sesuai untuk mencapai nilai-nilai yang disyaratkan. Adapun bentuk-bentuk persamaan untuk menentukan uji validitas tersebut adalah sebagai berikut :

$$R = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \dots\dots\dots (7)$$

$$SD = \left| \frac{Y - Y_{reg}}{Y} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

$$C = 100 - SD \dots\dots\dots (9)$$

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



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Hasil pemodelan matematika, maka akan dapat diketahui pengaruh dari CBR, tahanan guling dan daya dukung tanah terhadap kecepatan *dump truck* yang melalui jalan angkut di CV. Mutiara Pasir.

Model matematika dengan pendekatan metode regresi linier telah banyak diaplikasikan untuk menjawab masalah yang terjadi pada

dunia pertambangan. Diantaranya diaplikasikan dalam memodelkan pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar *dump truck* (Fanani dan Destinaba, 2019). Metode regresi linier juga dapat digunakan sebagai salah satu alternatif yang dapat diterapkan untuk menganalisis potensi kandungan gas alam (Nugraha *et al.*, 2018). Termasuk pada proses blending batubara, metode regresi linier juga dapat diaplikasikan (Hoirullah *et al.*, 2019).

3. Hasil Dan Pembahasan

Jalan Angkut

Pengangkutan material dari *front* penambangan menuju area *stockpile* CV. Mutiara Pasir menggunakan *dump truck* Hino Dutro 130 HD berjumlah 4 unit yang memiliki kapasitas vessel 8,5 m³ dengan berat kosong 2,4 ton dan berat pada saat bermuatan 16 ton (densitas pasir 1,602 ton/m³). Panjang jalan angkut 4.276 meter dengan dua jalur, artinya untuk berangkat maupun kembali akan melewati jalan yang sama. Kondisi jalan didominasi oleh material pasir dengan lebar jalan 5,5 meter (Gambar 3).

Waktu tempuh *dump truck* pada saat berangkat bermuatan 54 menit dengan kecepatan rata-rata 4,79 km/jam dan waktu tempuh pada saat kembali kosong 15,83 menit dengan rata-rata kecepatan 16,40 km/jam. Dengan demikian maka dibutuhkan waktu kurang lebih 70 menit untuk tiap *dump truck* menyelesaikan satu siklusnya.



Gambar 3. Jalan Angkut CV. Mutiara Pasir

Jalan angkut dibagi menjadi 3 segmen berdasarkan jenis material penyusun permukaan jalan. Material pada segmen 1 merupakan jenis tanah pasiran kering. Jenis tanah pada segmen 2 adalah tanah pasiran gembur yang mengandung sedikit kandungan air. Dan terakhir material pada segmen 3 merupakan jenis tanah pasiran padat dan kering. Pada masing-masing segmen diambil sampel tanah sebanyak 8 kg yang akan diuji nilai CBR dan daya dukung tanah. Titik pengambilan sampel berada pada tiap pergantian jenis

material penyusun permukaan jalan yang juga digunakan sebagai pembagi segmen jalan angkut.

Tabel 1. Koordinat Pengambilan Sampel

Sampel	Koordinat	
	S	E
S1	08°14'07.40"	113°02'42.40"
S2	08°14'01.01"	113°03'00.46"
S3	08°14'20.30"	113°03'06.33"

Tabel 2. Segmen Jalan Angkut Berangkat (*Dump Truck* Bermuatan)

Segmen	Elevasi (mdpl)	Panjang (m)	Kecepatan (km/jam)
1	229 - 224	504	4,30
2	224 - 229	285	4,00
3	229 - 159	3.487	6,06

Tabel 3. Segmen Jalan Angkut Kembali (*Dump Truck* Kosong)

Segmen	Elevasi (mdpl)	Panjang (m)	Kecepatan (km/jam)
3	159 - 229	3.487	16,43
2	229 - 224	285	15,07
1	224 - 229	504	15,43

Perhitungan CBR, Tahanan Guling dan Daya Dukung Tanah

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dari sampel material yang diambil pada segmen 1, 2, 3 dan hasil pengolahan data, berikut adalah nilai-nilai dari *CBR*, tahanan guling dan daya dukung tanah yang dibedakan berdasarkan saat *dump truck* bermuatan (berangkat) dan saat kosong (kembali).

Tabel 4. Nilai *CBR*, Tahanan Guling dan Daya Dukung Tanah (*Dump Truck* Bermuatan)

Segmen	<i>CBR</i> (%)	<i>RR</i> (lb)	<i>DDT</i> (kg/cm ²)
1	14,85	122,8	6,77
2	10,46	146,5	6,11
3	15,75	40	6,88

Tabel 5. Nilai *CBR*, Tahanan Guling dan Daya Dukung Tanah (*Dump Truck* Kosong)

Segmen	<i>CBR</i> (%)	<i>RR</i> (lb)	<i>DDT</i> (kg/cm ²)
3	15,75	40	6,88
2	10,46	55,9	6,11
1	14,85	52	6,77

Model Matematika

Hasil analisis regresi linier dan uji statistik, terdapat dua model matematika yang dapat digunakan untuk menganalisis hubungan dari

CBR, Tahanan Guling dan Daya Dukung Tanah terhadap kecepatan *Dump Truck*, yaitu model matematika untuk *dump truck* berangkat bermuatan (Model Matematika I) dan model matematika untuk *dump truck* kembali kosong (Model Matematika II).

Model matematika I untuk *dump truck* berangkat bermuatan ditunjukkan pada persamaan berikut ini :

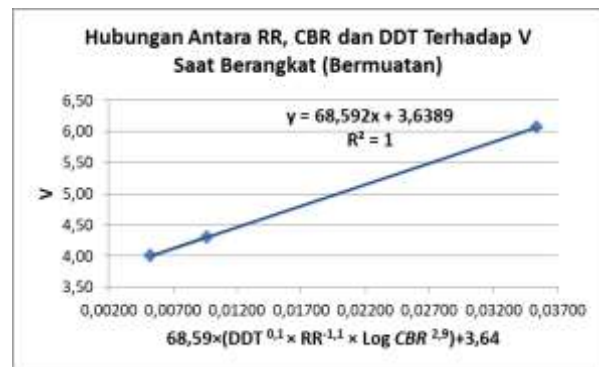
$$V = 68,59 \times (DDT^{0,1} \times RR^{-1,1} \times \text{Log } CBR^{2,9}) + 3,64$$

Keterangan :

- V = Kecepatan *Dump Truck* (km/jam)
- DDT = Nilai Daya Dukung Tanah (kg/cm²)
- RR = Nilai Tahanan Guling (lb)
- CBR = Nilai *California Bearing Ratio* (%)

Tabel 6. Hasil Uji Statistik Model Matematika I

R	R ²	SD	C
1,000	1,000	0,0000000000000025	99,99



Gambar 4. Grafik Regresi Linier Model Matematika I

Model matematika II untuk *dump truck* kembali kosong ditunjukkan pada persamaan berikut ini :

$$V = 54972 \times (DDT^{0,1} \times RR^{-3} \times \text{Log } CBR^{2,9}) + 14,68$$

Keterangan :

- V = Kecepatan *Dump Truck* (km/jam)
- DDT = Nilai Daya Dukung Tanah (kg/cm²)
- RR = Nilai Tahanan Guling (lb)
- CBR = Nilai *California Bearing Ratio* (%)

Tabel 7. Hasil Uji Statistik Model Matematika II

R	R ²	SD	C
1,000	1,000	0,0000000000000015	99,99



Gambar 5. Grafik Regresi Linier Model Matematika II

Pengaruh *Rolling Resistance* Terhadap Kecepatan *Dump Truck*

Hasil persamaan model matematika I dan II maka untuk tiap perubahan dari nilai tahanan guling pada jalan angkut dapat dianalisis pengaruhnya terhadap kecepatan *dump truck*.

Berdasarkan tabel 7 dan tabel 8 dapat diketahui bahwa tiap kenaikan nilai tahanan guling sebesar

10 lb dengan nilai *CBR* dan nilai tahanan guling adalah nilai rata-rata *CBR* dan *rolling resistance* pada tabel 3 dan tabel 4, kecepatan rata-rata *dump truck* akan berkurang 0,13-0,14 km/jam sehingga akan menambah waktu tempuh sebanyak 2 menit untuk tiap siklus. Hal ini terlihat kecil namun jika memperhitungkan jumlah *dump truck* dan waktu kerja dalam sehari (8 jam) akan mempengaruhi jumlah ritase total yang dapat dilakukan.

Keadaan saat ini dengan waktu tempuh untuk tiap siklus adalah selama 70 menit dan jumlah *dump truck* sebanyak 4 unit, ritase per hari mencapai 28 rit. Dengan bertambahnya waktu tempuh per siklus menjadi 72 menit dan jumlah *dump truck* 4 unit, ritase hanya mencapai 24 rit per hari.

Jumlah ritase yang berkurang sebanyak 4 rit akan mengakibatkan berkurangnya produksi per hari sebanyak 54,4 ton hanya dari kenaikan nilai *rolling resistance* 10 lbs pada jalan angkut.

Tabel 8. Pengaruh Nilai *Rolling Resistance* Terhadap Kecepatan *Dump Truck* (Berangkat Bermuatan)

RR (lbs)	CBR (%)	DDT (kg/cm ²)	V (km/jam)	Selisih V (km/jam)
40,00	13,69	6,62	5,71	0
50,00	13,69	6,62	5,26	-0,45
60,00	13,69	6,62	4,97	-0,29
70,00	13,69	6,62	4,76	-0,21
80,00	13,69	6,62	4,61	-0,15
90,00	13,69	6,62	4,49	-0,12
100,00	13,69	6,62	4,40	-0,09
110,00	13,69	6,62	4,32	-0,08
120,00	13,69	6,62	4,26	-0,06
130,00	13,69	6,62	4,21	-0,05
140,00	13,69	6,62	4,16	-0,04
Rata-rata				-0,14

Tabel 9. Pengaruh Nilai *Rolling Resistance* Terhadap Kecepatan *Dump Truck* (Kembali Kosong)

RR (lbs)	CBR (%)	DDT (kg/cm ²)	V (km/jam)	Selisih V (km/jam)
40,00	13,69	6,62	16,18	0
50,00	13,69	6,62	15,44	-0,73
60,00	13,69	6,62	15,12	-0,32
70,00	13,69	6,62	14,96	-0,16
80,00	13,69	6,62	14,86	-0,09
90,00	13,69	6,62	14,81	-0,06
100,00	13,69	6,62	14,77	-0,04
110,00	13,69	6,62	14,75	-0,02
120,00	13,69	6,62	14,73	-0,02
130,00	13,69	6,62	14,72	-0,01
140,00	13,69	6,62	14,71	-0,01
Rata-rata				-0,13

Pengaruh CBR dan Daya Dukung Tanah Terhadap Kecepatan Dump Truck

Analisis dilakukan dengan menggunakan model matematika I untuk *dump truck* berangkat bermuatan dan model matematika II untuk *dump truck* kembali kosong. Berdasarkan analisis, kecepatan *dump truck* akan meningkat sebesar 0,48 – 0,66 km/jam untuk tiap kenaikan rata-rata nilai *CBR* sebesar 5% dan nilai *DDT* sebesar 0,34 kg/cm² (Tabel 9 dan Tabel 10). Pada analisis ini nilai tahanan guling dibuat konstan 40 lb sesuai dengan nilai minimal tahanan guling pada tabel 7 dan 8 sebelum terjadinya penurunan kecepatan (*RR* = 40 lb, *V* = 0 km/jam).

Dengan bertambahnya kecepatan *dump truck* sebesar 0,48 – 0,66 km/jam, kecepatan rata-rata *dump truck* menjadi 5,45 km/jam dari sebelumnya 4,79 km/jam dengan kondisi bermuatan dan 16,314 km/jam dari sebelumnya 15,83 km/jam pada saat kosong.

Pertambahan kecepatan ini dapat mereduksi waktu tempuh tiap siklus dari 70 menit menjadi 63 menit. Hal ini akan memungkinkan *dump truck* melakukan 4 ritase lagi sehingga jumlah ritase akan bertambah dari 28 rit per hari menjadi 32 rit per hari yang akan meningkatkan produksi sebanyak 54,4 ton.

Kecepatan *dump truck* dapat meningkat apabila nilai *CBR* pada jalan angkut minimal adalah 15 % dan *DDT* 6,79 kg/cm² dengan maksimal tahanan guling 40 lb. Nilai-nilai ini mendekati kondisi jalan angkut pada segmen 3. Untuk segmen 1 perlu dilakukan pemadatan untuk meningkatkan daya dukung tanah, sedangkan pada segmen 2 harus dilakukan penimbunan terlebih dahulu sebelum dilakukan pemadatan agar daya dukung tanah dapat meningkat.

Tabel 10. Pengaruh Nilai *CBR* Terhadap Kecepatan *Dump Truck* (Berangkat Bermuatan)

<i>RR</i> (lbs)	<i>CBR</i> (%)	<i>DDT</i> (kg/cm ²)	<i>V</i> (km/jam)	Selisih <i>V</i> (km/jam)
40,00	10,00	6,02	5,06	0
40,00	15,00	6,79	5,94	+0,88
40,00	20,00	7,34	6,74	+0,81
40,00	25,00	7,76	7,48	+0,74
40,00	30,00	8,10	8,17	+0,69
40,00	35,00	8,40	8,81	+0,64
40,00	40,00	8,65	9,41	+0,60
40,00	45,00	8,87	9,98	+0,57
40,00	50,00	9,07	10,51	+0,54
40,00	55,00	9,25	11,03	+0,51
40,00	60,00	9,42	11,51	+0,49
Rata-rata				+0,66

Tabel 11. Pengaruh Nilai *CBR* Terhadap Kecepatan *Dump Truck* (Kembali Kosong)

<i>RR</i> (lbs)	<i>CBR</i> (%)	<i>DDT</i> (kg/cm ²)	<i>V</i> (km/jam)	Selisih <i>V</i> (km/jam)
40,00	10,00	6,02	15,70	0
40,00	15,00	6,79	16,34	+0,64
40,00	20,00	7,34	16,92	+0,58
40,00	25,00	7,76	17,46	+0,54
40,00	30,00	8,10	17,96	+0,50
40,00	35,00	8,40	18,42	+0,46
40,00	40,00	8,65	18,86	+0,44
40,00	45,00	8,87	19,27	+0,41
40,00	50,00	9,07	19,66	+0,39
40,00	55,00	9,25	20,03	+0,37
40,00	60,00	9,42	20,38	+0,35
Rata-rata				+0,48

4. Kesimpulan

Tahanan Guling berbanding terbalik terhadap kecepatan *dump truck*. Kenaikan nilai tahanan guling sebesar 10 lb dapat mengurangi kecepatan rata-rata *dump truck* sebesar 0,13-0,14 km/jam. Sebaliknya, *CBR* dan daya dukung tanah berbanding lurus terhadap kecepatan *dump truck*. Untuk tiap kenaikan rata-rata nilai *CBR* sebesar 5% dan nilai DDT sebesar 0,34 kg/cm² kecepatan *dump truck* akan meningkat sebesar 0,48 – 0,66 km/jam. Berdasarkan hal tersebut, agar kecepatan *dump truck* dapat meningkat maka minimal nilai *CBR* pada jalan angkut minimal adalah 15 % dan DDT 6,79 kg/cm² dengan maksimal nilai tahanan guling 40 lb.

Daftar Pustaka

- Amrullah, A. *et al.* (2019) Analisis Regresi Linier Biasa Dan Berganda Pada Blending Batubara Berdasarkan Total Moisture, Abu Dan Sulfur Untuk Target Nilai Kalori 5000 Kcal/Kg. Tersedia pada : <http://repository.unsri.ac.id/10274/> (Diakses: 12 Februari 2020).
- Fanani, Y. dan Destinaba, R. (2019) “Analisa Model Matematika Pengaruh Geometri Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck (Studi Kasus : Pt. Bukit Asam Tbk. Sumatera Selatan),” *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan*, 1(1), hal. 176–179.
- Hoirullah, H., Mukiat, M. dan Prabu, U. A. (2019) “Analisis Ratio Komposisi Blending Batubara Untuk Memenuhi Market Brand Ba 50 Di Pt. Bukit Asam, Tbk.tanjung Enim, Sumatera Selatan.” Tersedia pada: <http://repository.unsri.ac.id/11588/> (Diakses: 12 Februari 2020).
- Juansyah, Y. (2016) “Analisa Karakteristik Tanah Timbunan Ditinjau dari Hubungan Gradasi Butiran Tanah dengan Nilai *CBR* Rendaman dan Tanpa Rendaman,” *Jurnal Rekayasa*, Vol. 20, No. 1, April 2016 1.
- Nugraha, J., Prabu, U. A. dan Herlina, W. (2018) “Analisis Regresi Linier Untuk Menentukan Potensicadangan Gas Alam Dengan Metode Decline Curvedi Petrochina International Jabung Ltd Jambi.”
- Palar Monintja, H. S., E, T. A. dan Sarajar, A. N. (2013) “Pengaruh Pencampuran Tras Dan Kapur Pada Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Daya Dukung,” *Jurnal Sipil Statik*, 1(6), hal. 390–399.
- Pradani, N. dan Wibowo, J. (2017) “Analysis of Local Sanded Soil with Coconut Coir Fiber Reinforcement as Subgrade On Structural Pavement,” *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 8(10), hal. 787–795. Tersedia pada: <http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp787> (Diakses: 12 Februari 2020).
- Prodjosumarto, P. (1993) *Pemindahan Tanah Mekanis*. ITB Bandung.
- Wongkar, E. dan Susilo, A. J. (2019) “Korelasi Nilai *CBR* Terhadap Tegangan Vertikal Dan Tegangan Horizontal Pada Tanah Lempung Di Daerah Sentul,” *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(2), hal. 65–74.
- Wood, G. S., Osborne, J. R. dan Forde, M. C. (1995) “Determination of the rolling resistance of articulated dump trucks on chalk,” *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Geotechnical Engineering*. Thomas Telford - ICE Virtual Library , 113(4), hal. 226–232. doi: 10.1680/igeng.1995.28018.