

Analisis Konsumsi Bahan Bakar *Dump Truck* Nissan UD CWM 330 Pada Penambangan Batubara di PT. Nan Riang

Adree Octova^{1*} dan Raka Tubagus Indra Ramadhan¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*Corresponding author, e-mail: adree@ft.unp.ac.id

Abstrak— Aktifitas penambangan batubara di PT. Nan Riang menggunakan sistem tambang terbuka yang menargetkan produksi sebesar 1000 ton/hari. Penggunaan bahan bakar solar merupakan salah satu penyumbang biaya operasional yang cukup besar. Unit yang beroperasi untuk pengangkutan produksi yaitu lima unit *dump truck* Nissan UD CWM 330. Evaluasi yang ditargetkan yaitu mengetahui rasio penggunaan bahan bakar (liter) dengan produksi batubara (tonase). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Beberapa diantaranya yaitu kemiringan jalan angkut, RPM alat angkut, kecepatan alat angkut, *rimpull* alat angkut, jarak tempuh alat angkut, dan waktu tempuh alat angkut. Metode ini memanfaatkan analisis multivariat yang bertujuan untuk mendapatkan pengaruh dan mengukur intensitas hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. 3. Bahan bakar aktual yang dihabiskan oleh keseluruhan alat angkut *dump truck* UD CWM 330 sebesar 1.589,52 liter/hari (5 *dump truck*). Bahan bakar yang dihabiskan oleh keseluruhan alat angkut *dump truck* UD CWM 330 setelah dilakukan perbaikan sebesar 1.206,27 liter/hari (6 *dump truck*).

Kata Kunci : Konsumsi Bahan Bakar, Biaya Bahan Bakar, Produktifitas

Abstract— Coal mining activities at PT. Nan Riang uses an open pit mining system that targets production of 1000 tons/day. The use of diesel fuel is a significant contributor to operational costs. The unit operating for production is five units of Nissan UD CWM 330 dump trucks. The targeted evaluation is knowing the ratio of fuel use (liters) to coal production (tonnage). There are several factors that affect fuel consumption. Some of them are the slope of the haul road, the RPM of the vehicle, the speed of the hauling tool, the *rimpull* of the conveyance, the distance of the hauling tool, and the travel time of the conveyance. This method utilizes multivariate analysis which aims to obtain influence and measure the intensity of the relationship between the independent variable and the dependent variable. The actual fuel spent by the entire UD CWM 330 dump truck was 1589.52 liters per day (for 5 dump trucks). The fuel spent by the entire UD CWM 330 dump truck after being repaired was 1206.27 liters per day (for 6 dump trucks).

Keywords : Fuel Consumption, Fuel Costs, Productivity



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License

I. PENDAHULUAN

Salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan batubara dengan metode tambang terbuka yaitu PT. Nan Riang. Alat berat yang digunakan untuk proses pemuatan yaitu *excavator* Komatsu PC 400, sedangkan alat angkut yang digunakan adalah *dump truck* Nissan UD CWM 330 untuk mengangkut material batubara dari *front* penambangan ke *stockpile*.

Penggunaan alat angkut sebagai peralatan utama dalam kegiatan operasional penambangan

tidak dapat berjalan tanpa bahan bakar. Bahan bakar merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan karena terdapat kecenderungan peningkatan harga bahan bakar yang akan mempengaruhi biaya produksi.

Penggunaan bahan bakar solar merupakan salah satu penyumbang biaya operasional penambangan yang paling besar sekitar ±60%. [3]

Salah satu faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar dan produksi yaitu kemiringan jalan. PT. Nan Riang telah menetapkan standar

kemiringan jalan angkut yaitu $\leq 10\%$. Namun berdasarkan hasil penelitian terdapat kemiringan melebihi standar target yang telah ditentukan yaitu 15,83% yang menyebabkan pemakaian bahan bakar ± 150 liter/hari untuk satu unit alat angkut, serta mempengaruhi nilai RPM, kecepatan, dan *rimpull*. Dengan adanya beberapa faktor tersebut, analisis terhadap faktor – faktor yang berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar sangat diperlukan. Sehingga nantinya akan diketahui kondisi efektif atau ideal untuk pemakaian bahan bakar (*fuel*) minimum ketika alat angkut sedang bermuatan dan ketika alat angkut kosong.

Metode yang digunakan yaitu analisis multivariat dimana analisis multivariat dapat menghitung dan menganalisis lebih dari dua variabel bersamaan. Dapat mengetahui indikator pembentuk suatu variabel, menguji validitas dan reliabilitas suatu instrumen, mengkonfirmasi ketepatan model dan menguji pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain. Memungkinkan peneliti untuk menyelidiki hubungan antara kategori variabel. Dapat mengidentifikasi kelompok - kelompok variabel yang anggotanya memiliki kesamaan. Dapat membuat ringkasan informasi yang meringkas jumlah variabel yang banyak menjadi sejumlah faktor yang lebih sedikit (reduksi data).

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

A. Regresi Linier Sederhana

Regresi sederhana didasarkan pada hubungan fungsional ataupun kausal satu variabel *independent* dengan satu variabel *dependent*.

Persamaan umum regresi linier sederhana adalah:
 $Y = A + bX$ (1)

Dimana:

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 *dependent* yang didasarkan pada perubahan variabel *independent*. Bila (+) arah garis naik, dan bila (-) maka arah garis turun.

X = Subyek pada variabel indenpenden yang mempunyai nilai tertentu.[2][3][4]

Selain itu harga a dan b dapat dicari dengan rumus berikut:

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

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

B. Regresi Linier Berganda

Regresi linier berganda hampir sama dengan regresi linier sederhana, hanya saja pada regresi linier berganda variabel bebasnya lebih dari satu variabel penduga. Tujuan analisis regresi linier berganda adalah untuk mengukur intensitas hubungan antara dua atau lebih dan membuat prediksi perkiraan nilai Y atas X.

Regresi linier berganda juga merupakan regresi dimana variabel terikatnya (Y) dihubungkan / dijelaskan lebih dari satu variabel, mungkin dua, tiga, dan seterusnya variabel bebas ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) namun masih menunjukkan hubungan yang linear.

Regresi linear berganda berguna untuk mendapatkan pengaruh dua variabel kriteriumnya (bebas) atau untuk mencari hubungan fungsional dua variabel prediktor atau lebih dengan variabel kriteriumnya, atau untuk meramalkan dua variabel prediktor atau lebih terhadap variabel kriteriumnya.

Penambahan variabel bebas ini diharapkan dapat lebih menjelaskan karakteristik hubungan yang ada walaupun masih saja ada variabel yang terabaikan. Dalam regresi linier berganda variabel tak bebas (Y) tergantung kepada dua atau lebih variabel bebas (X).[1][9][13]

Persamaan garis regresi ganda untuk empat prediktor adalah:

$$Y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

Y = variabel terikat

x = variabel-variabel bebas

a = konstanta (*intercept*)

b = koefisien regresi pada masing-masing variabel bebas.

Untuk bisa membuat persamaan melalui regresi, maka data setiap variabel harus tersedia. Selanjutnya berdasarkan data itu peneliti harus dapat menemukan persamaan melalui perhitungan.

Untuk menghitung harga – harga a, b1, b2, b3, dan b4 dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\Sigma X_1 Y = b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma X_1 X_2 + b_3 \Sigma X_1 X_3 + b_4 \Sigma X_1 X_4 \dots\dots\dots(5)$$

$$\Sigma X_2 Y = b_1 \Sigma X_1 X_2 + b_2 \Sigma X_2^2 + b_3 \Sigma X_2 X_3 + b_4 \Sigma X_2 X_4 \dots\dots\dots(6)$$

$$\Sigma X_3 Y = b_1 \Sigma X_1 X_3 + b_2 \Sigma X_2 X_3 + b_3 \Sigma X_3^2 + b_4 \Sigma X_3 X_4 \dots\dots\dots(7)$$

$$\Sigma X_4 Y = b_1 \Sigma X_1 X_4 + b_2 \Sigma X_2 X_4 + b_3 \Sigma X_3 X_4 + b_4 \Sigma X_4^2 \dots\dots\dots(8)$$

$$a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2 - b_3 \bar{X}_3 - b_4 \bar{X}_4 \dots\dots\dots(9)$$

Koefisien determinasi dinyatakan dengan R² untuk pengujian regresi linear berganda yang mencakup lebih dari dua variabel.

Alat angkut adalah alat yang digunakan untuk memindahkan material hasil penambangan ke tempat penimbunan atau pengolahan. Pengangkutan batuan, endapan bijih, dan lain – lain merupakan suatu hal yang sangat mempengaruhi operasi produksi penambangan. Untung rugi suatu perusahaan tambang terletak juga pada lancar tidaknya pengangkutan yang tersedia. Untuk produktifitas alat angkut (*dump truck*) dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Q = \frac{C \times 60 \times \text{Eff}}{\text{Cmt}} \times \text{Sf} \text{ dimana } C = n \times q \times K \dots\dots\dots(10)$$

Dimana:

- Q = Produksi per jam
- C = Kapasitas produksi per siklus *dump truck*
- n = Jumlah *dump truck*
- q = Kapasitas produksi per siklus *excavator*
- Cmt = Waktu siklus *dump truck*
- Eff = Efisiensi Kerja
- K = Faktor pengisian *bucket*
- Sf = *Swell Factor*

II. METODE PENELITIAN

Analisis statistik multivariat memungkinkan untuk melakukan penelitian terhadap lebih dari dua variabel secara bersamaan dan digunakan untuk mengetahui apakah rata – rata kelompok berbeda secara signifikan, dimana variabel dependennya bertipe metrik dan variabel independennya bertipe nonmetrik. Yang termasuk kedalam analisis multivariat adalah analisis regresi linear berganda.

Regresi linier berganda merupakan regresi yang variabel terikatnya (Y) dihubungkan/dijelaskan lebih dari suatu variabel bebas (x1, x2, x3, ... , xn) namun masih menunjukkan diagram hubungan yang linear.

Penambahan variabel bebas ini diharapkan dapat lebih menjelaskan karakteristik hubungan yang ada walaupun masih saja ada variabel yang terabaikan.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode analisis multivariat dengan objek *dump truck* UD CWM 330 ketika bermuatan dan ketika kosong dengan mengamati nilai-nilai dari kemiringan jalan, RPM, kecepatan, *rimpull*, jarak tempuh, waktu tempuh, dan bahan bakar. Sehingga didapatkan suatu hubungan penggunaan konsumsi bahan bakar *dump truck* UD CWM 330.

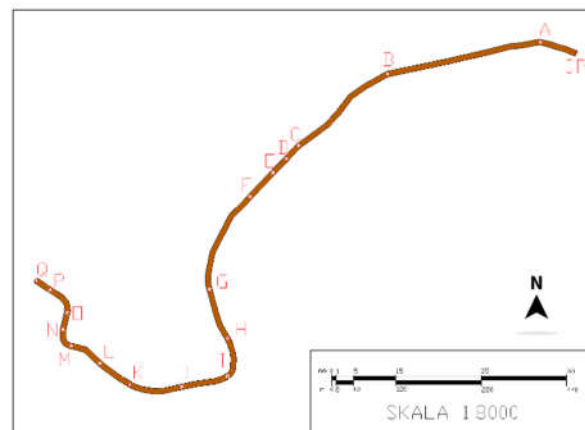
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Konsumsi Bahan Bakar

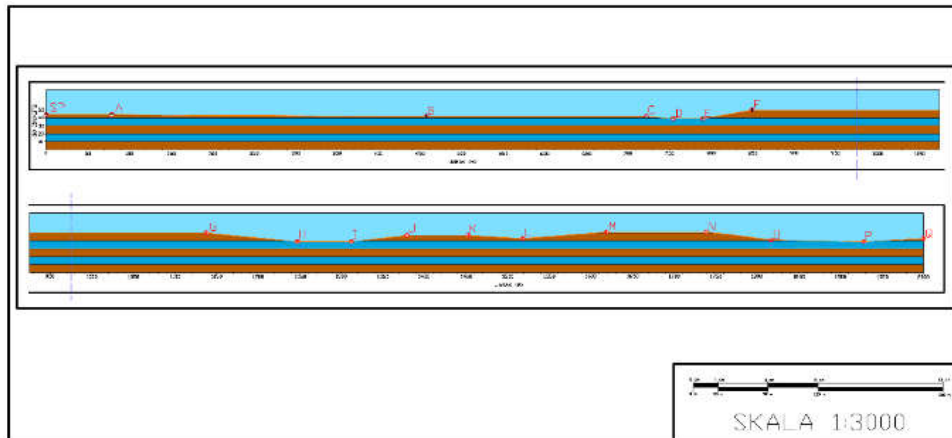
Penggunaan konsumsi bahan bakar pada alat angkut merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan oleh pihak perusahaan dimana penggunaan bahan bakar merupakan salah satu penyumbang biaya operasional yang cukup besar. Faktor – faktor yang mempengaruhi penggunaan bahan bakar pada alat angkut mesti sangat diperhatikan.

Geometri Jalan

Pada lokasi *Pit* Jebak pemuatan dan pengangkutan material batubara menggunakan alat muat jenis *excavator* Komatsu PC 400 dan alat angkut *dump truck* Nissan UD CWM 330. Layout dan penampang jalan dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Layout Jalan Produksi *Pit* Jebak PT. Nan Riang



Gambar 2. Penampang Jalan Produksi Pit Jebak PT. Nan Riang

Lebar Jalan

Lebar jalan produksi (dalam keadaan lurus dan tikungan dimulai dari *stockpile*) pada daerah PT. Nan Riang pada jalur bermuatan dan kosong seperti pada Tabel 1.[5][7]

Tabel 1. Lebar Jalan Produksi Lurus dan Tikungan

Panjang Jalan (m)	Lebar (m)	
	Lurus	Tikungan
79.04	7.3	
56.03		8.8
322.21	9.4	
113.74		10.3
48.41	7.5	
102.94		10.5
318.18	6.7	
97.16		9.2
131.68	7.1	
147.3		7.96
101.35	6.8	
100.84		6.6
119.63	6.6	
30.87		5
86.88		9.3
27.89	9	
44.4		7.15
64.22	6.8	
1992.77	Jumlah	

Kemiringan Jalan Produksi

Kemiringan jalan produksi berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan umumnya dinyatakan dalam persen (%).[8]

Kemiringan Melintang (*cross slope*)

Kemiringan melintang adalah beda tinggi antara titik tengah jalan dengan sisi – sisi pinggir jalan. Kemiringan melintang digunakan untuk mengatasi masalah drainase diatas permukaan jalan. Secara umum jalan produksi yang menghubungkan

stockpile menuju *Pit Jebak* memiliki angka kemiringan melintang berkisar antara 0 – 52 mm/m terbagi di beberapa segmen. Selain itu ditemukan juga ruas jalan yang tidak memiliki *cross slope*. Menurut Awang Suwandi (2004:13), jalan produksi yang baik memiliki kemiringan melintang 20 mm/m sampai 40 mm/m.[10]

Superelevasi

Superelevasi adalah kemiringan badan jalan pada tikungan. *Superelevasi* ini bertujuan untuk membantu kendaraan dalam mengatasi tikungan. Dengan *superelevasi* yang ada, diharapkan alat angkut tidak tergelincir pada saat melewati tikungan dengan kecepatan yang maksimum. Secara umum *superelevasi* yang ada di PT. Nan Riang berkisar antara 0-52 mm/m, namun terdapat juga segmen yang tidak memiliki *superelevasi*. Sehingga ketika alat angkut melewati tikungan kecepatan yang dipakai sangat rendah sehingga berpengaruh pada *cycle time* pada alat angkut semakin besar. [14]

Karakteristik Jalur Angkut Material

Karakteristik permukaan jalan, jarak tempuh, dan kemiringan jalan yang berbeda – beda dapat 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.[6][8]

Tahanan Kemiringan

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

tersebut, kemudian dihitung kemiringan jalan setiap segmen. Jalur produksi memiliki jarak tempuh 1992.77 meter dengan kemiringan jalan maksimum 15.83 % ketika kosong dan 14.05 % ketika bermuatan. Kemiringan jalan dihitung dengan membagi jalan menjadi beberapa segmen berdasarkan data pengambilan di lapangan.[8]

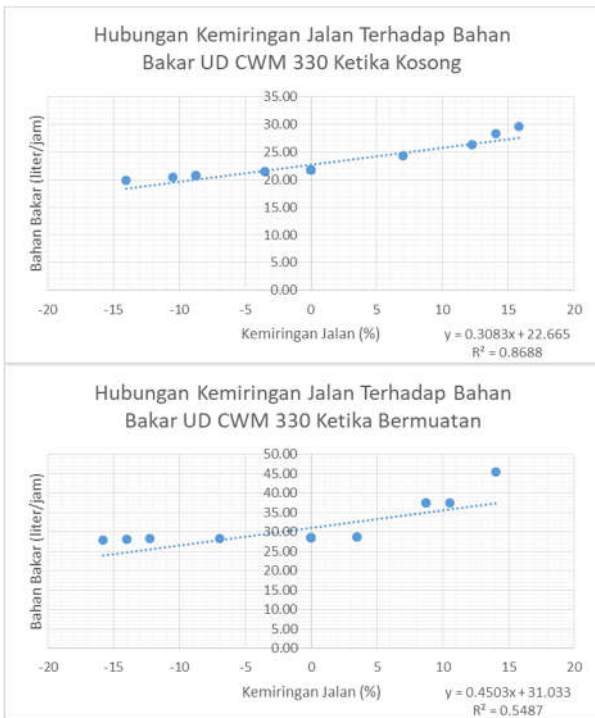
B. Data Kemiringan Jalan, RPM, Kecepatan, Rimpull, Jarak Tempuh dan Waktu Tempuh Terhadap Bahan Bakar

Tabel 2. Data Kemiringan Jalan, RPM, Kecepatan, Rimpull, Jarak Tempuh, Waktu Tempuh, dan Bahan Bakar UD CWM 330 Ketika Kosong

Segmen	Kemiringan Jalan (%)	RPM	Kecepatan (km/h)	Rimpull (lbs)	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (s)	Bahan Bakar (liter/jam)
SP - A	0	1120	23	7650.40	79.09	12.38	21.75
A - B	-3.49	1100	25	6374.76	378.24	54.47	21.43
B - C	0	1120	23	7650.40	265.09	41.49	21.75
C - D	-8.74	1060	26	6215.37	32.26	4.47	20.78
D - E	0	1120	23	7650.40	36.05	5.64	21.75
E - F	15.83	1600	19	10201.67	59.11	11.20	29.55
F - G	0	1120	23	7650.40	288.34	45.13	21.75
G - H	-10.51	1040	28	5896.59	109.12	14.03	20.45
H - I	0	1120	23	7650.40	65.17	10.20	21.75
I - J	12.27	1400	20	9563.85	67.08	12.07	26.30
J - K	0	1120	23	7650.40	74.21	11.62	21.75
K - L	-8.74	1060	26	6215.37	65.01	9.00	20.78
L - M	14.05	1520	21	8926.03	100.84	17.29	28.25
M - N	0	1120	23	7650.40	119.63	18.72	21.75
N - O	-14.05	1000	30	5577.81	78.02	9.36	19.80
O - P	-3.49	1100	25	6374.76	111.29	16.03	21.43
P - Q	6.99	1280	22	8288.21	64.22	10.51	24.35

Tabel 3. Data Kemiringan Jalan, RPM, Kecepatan, Rimpull, Jarak Tempuh, Waktu Tempuh, dan Bahan Bakar UD CWM 330 Ketika Bermuatan

Segmen	Kemiringan Jalan (%)	RPM	Kecepatan (km/h)	Rimpull (lbs)	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (s)	Bahan Bakar (liter/jam)
P - Q	-6.99	1530	21	8926.03	64.22	11.01	28.38
O - P	3.49	1550	17	11477.30	111.29	23.57	28.70
N - O	14.05	2595	13	14028.58	78.02	21.61	45.42
M - N	0	1540	20	9563.85	119.63	21.53	28.54
L - M	-14.05	1510	24	7012.58	100.84	15.13	28.06
K - L	8.74	2095	16	12115.12	65.01	14.63	37.42
J - K	0	1540	20	9563.85	74.21	13.36	28.54
I - J	-12.27	1520	22	8288.21	67.08	10.98	28.22
H - I	0	1540	20	9563.85	65.17	11.73	28.54
G - H	10.51	2100	15	12752.94	109.12	26.19	37.50
F - G	0	1540	20	9563.85	288.34	51.90	28.54
E - F	-15.83	1500	26	6215.37	59.11	8.18	27.90
D - E	0	1540	20	9563.85	36.05	6.49	28.54
C - D	8.74	2095	16	12115.12	32.26	7.26	37.42
B - C	0	1540	20	9563.85	265.09	47.72	28.54
A - B	3.49	1550	17	11477.30	378.24	80.10	28.70
SP - A	0	1540	20	9563.85	79.09	14.24	28.54



Gambar 3. Grafik Perbandingan Kemiringan Jalan terhadap Bahan Bakar UD CWM 330 Ketika Kosong dan Bermuatan



Gambar 4. Grafik Perbandingan RPM Terhadap Bahan Bakar UD CWM 330 Ketika Kosong dan Bermuatan

C. Hubungan Kemiringan Jalan Terhadap Bahan Bakar

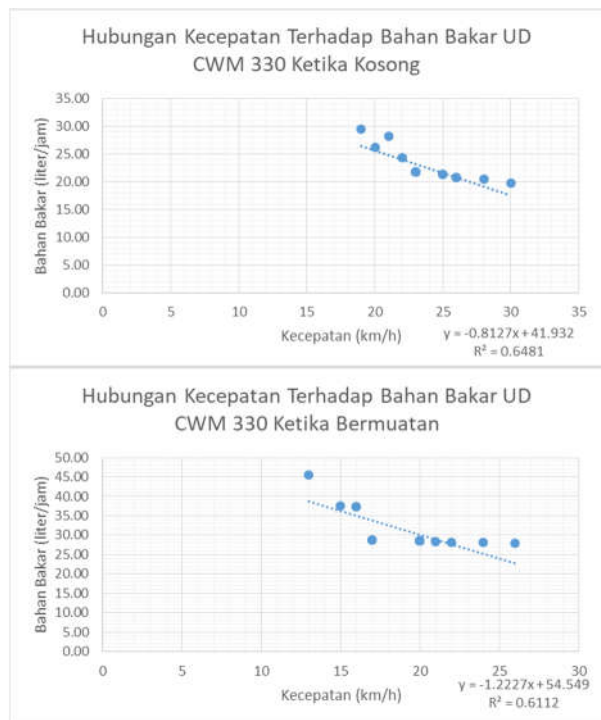
Hubungan antara nilai kemiringan jalan dengan bahan bakar alat angkut UD CWM 330 dapat dilihat pada Gambar 3.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa seiring bertambahnya kemiringan jalan maka konsumsi bahan bakar juga akan meningkat sebesar 0.3083 liter/jam untuk keadaan kosong dan 0.4503 liter/jam untuk keadaan bermuatan

D. Hubungan RPM (Rotasi Per Menit) Terhadap Bahan Bakar

Hubungan antara nilai RPM dengan bahan bakar alat angkut UD CWM 330 dapat dilihat pada Gambar 4.

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa seiring bertambahnya nilai RPM maka konsumsi bahan bakar juga akan meningkat sebesar 0.016 liter/jam untuk keadaan kosong dan 0.016 liter/jam untuk keadaan bermuatan

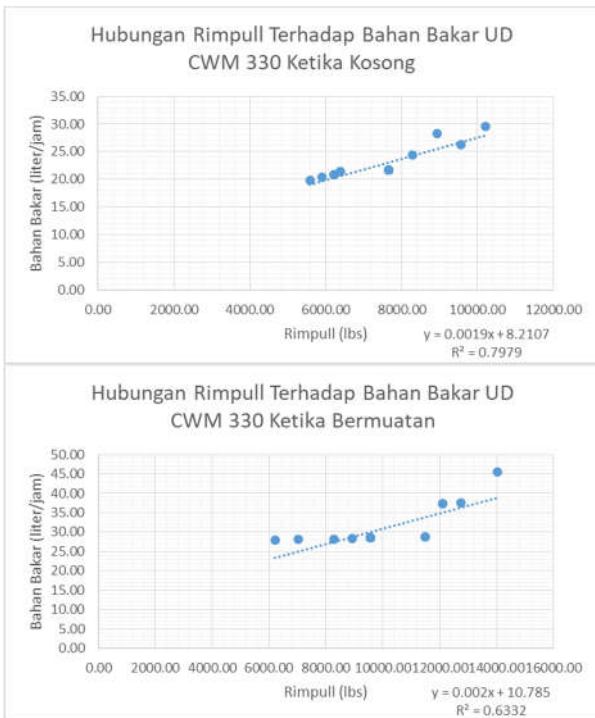


Gambar 5. Grafik Perbandingan Kecepatan Terhadap Bahan Bakar UD CWM 330 Ketika Kosong dan Bermuatan

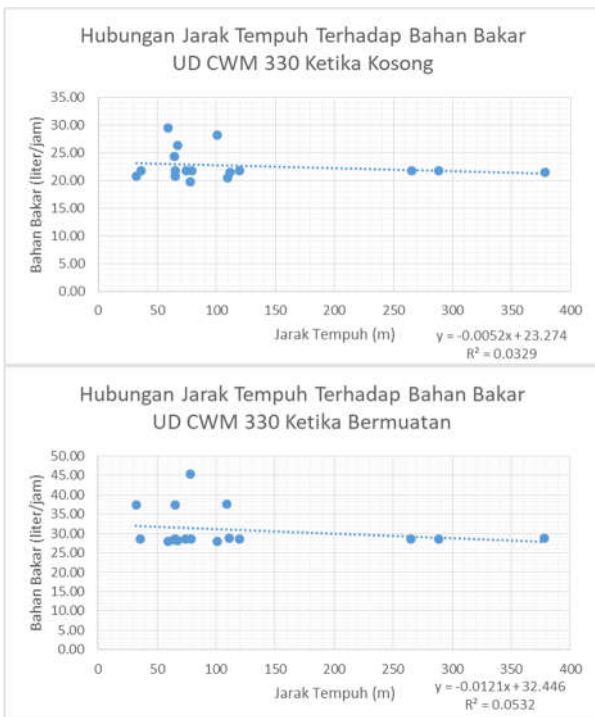
E. Hubungan Kecepatan Terhadap Bahan Bakar

Hubungan antara nilai kecepatan dengan bahan bakar alat angkut UD CWM 330 dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa seiring bertambahnya kecepatan maka konsumsi bahan bakar akan menurun sebesar 0.812 liter/jam untuk keadaan kosong dan 1.222 liter/jam untuk keadaan bermuatan



Gambar 6. Grafik Perbandingan Rimpull Terhadap Bahan Bakar UD CWM 330 Ketika Kosong dan Bermuatan



Gambar 7. Grafik Perbandingan Jarak Tempuh Terhadap Bahan Bakar UD CWM 330 Ketika Kosong dan Bermuatan

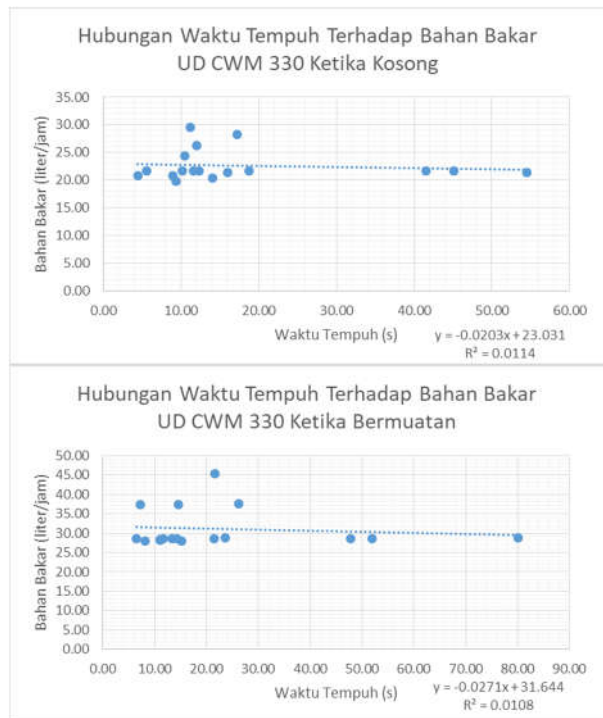
F. Hubungan Rimpull Terhadap Bahan Bakar

Hubungan antara nilai rimpull dengan bahan bakar alat angkut UD CWM 330 dapat dilihat pada Gambar 6. Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa

seiring bertambahnya Rimpull maka konsumsi bahan bakar juga akan meningkat sebesar 0.0019 liter/jam untuk keadaan kosong dan 0.002 liter/jam untuk keadaan bermuatan

G. Hubungan Jarak Tempuh Terhadap Bahan Bakar

Hubungan antara nilai jarak tempuh dengan bahan bakar alat angkut UD CWM 330 dapat dilihat pada Gambar 7. Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa seiring bertambahnya jarak tempuh maka konsumsi bahan bakar juga akan menurun sebesar 0.005 liter/jam untuk keadaan kosong dan 0.0121 liter/jam untuk keadaan bermuatan



Gambar 8. Grafik Perbandingan Waktu Tempuh Terhadap Bahan Bakar UD CWM 330 Ketika Kosong dan Bermuatan

H. Hubungan Waktu Tempuh Terhadap Bahan Bakar

Hubungan antara waktu tempuh dengan bahan bakar alat angkut UD CWM 330 dapat dilihat pada Gambar 8. Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa seiring bertambahnya kemiringan jalan maka konsumsi bahan bakar juga akan menurun sebesar 0.0203 liter/jam untuk keadaan kosong dan 0.0221 liter/jam untuk keadaan bermuatan

I. Pengaruh Kemiringan Jalan, RPM, Kecepatan, Rimpull, Jarak Tempuh dan Waktu Tempuh Terhadap Bahan Bakar

Regresi linier berganda yaitu linier yang mempunyai minimal tiga buah variabel. Variabel – variabel tersebut adalah dua variabel bebas (independent variabel) dan satu variabel terikat (dependent variabel). Dalam pembahasan ini variabel bebas adalah kemiringan jalan (X1), RPM (X2), kecepatan (X3), rimpull (X4), jarak tempuh (X5), dan waktu tempuh (X6), serta yang menjadi variabel terikat adalah bahan bakar (Y). Berdasarkan perhitungan regresi linier berganda dengan perhitungan menggunakan software IBM SPSS Statistics 23 didapatkan persamaan regresi: $Y = -2,804 + 0,014X1 + 0,002X2 - 0,003X3 + 0,000006958X4 - 0,00002510X5 - 0,001X6$ untuk UD CWM 330 ketika kosong, dan $Y = -3,091 + 0,016X1 + 0,003X2 - 0,004X3 + 0,000004695X4 - 0,00009665X5 - 0,001X6$ untuk UD CWM 330 ketika bermuatan.

J. Perhitungan Produktifitas dan Biaya Bahan Bakar Alat Angkut UD CWM 330

Produktifitas Alat Angkut UD CWM 330

Produksi alat angkut UD CWM 330 aktual didapatkan berdasarkan pada pengamatan cycle time dilapangan dan dapat dilihat produksi batubara perhari dari 5 unit alat angkut UD CWM 330 rata – rata 636,34 ton/hari seperti pada Tabel 23. Sedangkan target produksi dari PT. Nan Riang sebesar 1000 ton/hari dengan harga periode September 2017 sebesar US\$92,03/ton atau Rp1.242.405,-/ton (US\$1 = Rp13.500,-).

Biaya Bahan Bakar Alat Angkut UD CWM 330

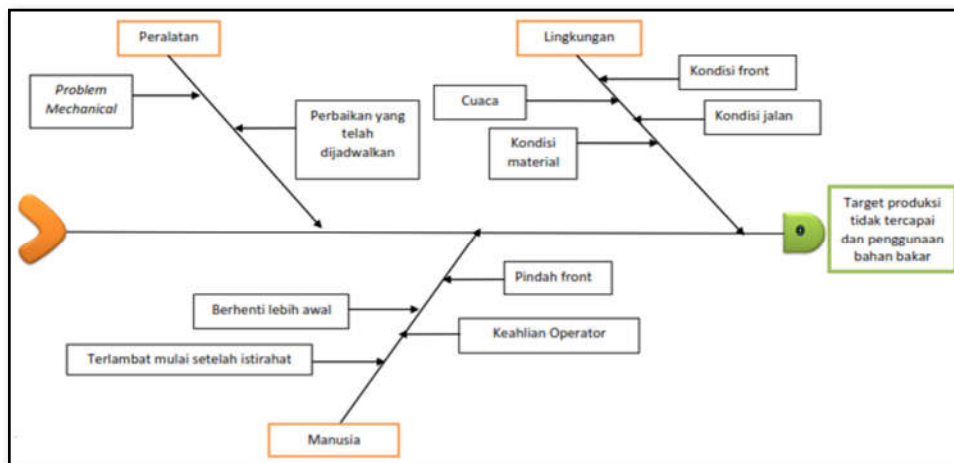
Dengan harga solar industri periode September 2017 sebesar Rp11.000,-/liter maka didapatkan estimasi income aktual perusahaan yang dapat dilihat pada Tabel 4. Untuk estimasi income perusahaan ini tidak berdasarkan dari cost yang lainnya tetapi hanya terbatas pada penjualan batubara dan pengeluaran pembelian bahan bakar dump truck UD CWM 330 saja.

Tabel 4. Estimasi Income Aktual

Bahan Bakar		Biaya Bahan Bakar (Rp)	Produksi Batubara		Penjualan Batubara (Rp)	Income (Rp)
liter/jam	53.70	590,700	ton/jam	21.12	26,239,594	25,648,894
liter/hari	317.90	3,496,944	ton/hari	127.27	158,120,884	154,623,940
liter/bulan	9537.12	104,908,320	ton/bulan	3818.10	4,743,626,531	4,638,718,211
5 dump truck /jam	268.50	2,953,500	5 dump truck /jam	105.59	131,185,544	128,232,044
5 dump truck /hari	1589.52	17,484,720	5 dump truck /hari	636.34	790,591,998	773,107,278
5 dump truck /bulan	47685.60	524,541,600	5 dump truck /bulan	19090.20	23,717,759,931	23,193,218,331

Diagram Fishbone

Berdasarkan pengamatan dilapangan dapat dibuat diagram fishbone dari alat angkut UD CWM 330 dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Diagram Fishbone Dump Truck CWM 330

K. *Perhitungan Pencapaian Target Produksi 1000 ton/hari dan Estimasi Income Perusahaan*

Perbaikan Waktu Hambatan

Perbaikan waktu hambatan dilakukan dengan penekanan terhadap waktu yang hilang (*loss time*)

sehingga waktu kerja efektif bisa meningkat. Perbaikan yang dilakukan difokuskan pada waktu hambatan yang dapat dihindari. Perbaikan waktu hambatan bisa dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbaikan Waktu Hambatan

Waktu Hambatan	Aktual (menit)	Perbaikan (menit)
Waktu Tersedia	529.80	529.80
Waktu Hambatan Yang Dapat Dihindari		
Terlambat Kerja	27.30	10.00
Istirahat Sebelum Waktunya	2.53	0.00
Terlambat Setelah Istirahat	19.20	10.00
Berhenti Sebelum Akhir Kerja	0.83	0.00
Pengisian Bahan Bakar Tiba - Tiba	9.37	5.00
Jumlah	59.23	25.00
Waktu Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari		
Istirahat	100.00	100.00
Hujan	16.60	16.60
Jumlah	116.60	116.60
Waktu Kerja Efektif	353.97	388.20
Waktu Kerja Efektif (jam)	5.9	6.5

Perbaikan waktu hambatan yang dilakukan dengan meminimalkan waktu terlambat memulai kerja dipagi hari, istirahat sebelum waktunya, terlambat setelah istirahat, dan berhenti sebelum akhir kerja dengan cara mengawasi dan mengontrol langsung kegiatan yang dilakukan pekerja pada saat di *front* penambangan maupun di *stockpile*, apabila perbaikan waktu hambat dapat dilakukan seperti perkiraan pada Tabel 5, maka jam kerja efektif akan meningkat sehingga dapat menaikkan produksi.

Perbaikan Jalan Produksi Berdasarkan Evaluasi Geometri Jalan dengan Ketentuan AASHTO

Lebar Jalan

Segmen jalan produksi dari *Pit* Jebak menuju *stockpile* semuanya adalah jalur ganda. Lebar jalan pada keadaan lurus adalah jumlah jalur kali lebar *truck* ditambah setengah lebar *truck* untuk tepi kanan dan kiri serta ditambah setengah lebar *truck* untuk jarak antara dua *truck* yang saling berpapasan. Apabila menggunakan spesifikasi teknis *dump truck* terbesar di PT. Nan Riang yaitu ADT Volvo A40E yang memiliki lebar 3,4 meter, maka lebar jalan minimum untuk dua jalur pada jalan lurus adalah 12 meter. Lebar jalan lurus yang ada di PT. Nan Riang secara umum belum

memenuhi standar yang ada. Maka dari itu harus dilakukan pelebaran jalan.

Lebar jalan pada saat kendaraan menikung (membelok) selalu lebih besar dari pada lebar jalan lurus. Untuk alat angkut yang menggunakan ADT Volvo A40E dengan lebar 3,4 meter, maka lebar jalan minimum pada tikungan adalah sebesar 21 meter untuk dua jalur. Sehingga ada beberapa segmen pada tikungan perlu dilakukan penambahan lebar jalan.

Penambahan lebar jalan yang dilakukan dengan penggeseran material yang menumpuk di badan jalan, bila dilakukan penambahan lebar jalan 5 meter maka sebelah kanan jalan dilebarkan 2,5 meter dan sebelah kiri jalan dilebarkan 2,5 meter. Penambahan lebar jalan untuk jalan lurus dan jalan pada tikungan dapat dilakukan pada saat jam istirahat kerja. Agar tidak mengganggu *dump truck* yang melintas yang akan menyebabkan menurunnya produksi.

Kemiringan Jalan (Grade)

Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik untuk pengereman maupun untuk mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan produksi di lapangan berkisar antara 3,49% sampai 15,83%. Kemiringan jalan tersebut masih dapat diatasi oleh alat angkut,

karena kemampuan *dump truck* untuk melewati tanjakan adalah 22,46%. Kemiringan jalan terbesar 15,83% pada segmen F – G. Karena penurunan *grade* jalan sulit dilakukan karena akan membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang besar, serta mengganggu produksi dan juga masih mampu dilalui oleh *dump truck* bermuatan, maka disetiap *grade* yang melebihi 10% akan dipasang rambu – rambu jalan angkut agar pengemudi *dump truck* bisa lebih hati – hati. Dan harus dilakukan pemeriksaan berkala terhadap mesin dan ban *dump truck* agar dalam performa yang baik dalam melewati *grade* yang melebihi 10%.

Kemiringan Melintang (Cross Slope)

Kemiringan melintang sangat perlu dibuat untuk mengatasi masalah drainase supaya kondisi permukaan jalan tidak tergenang oleh air dan permukaan jalan tidak mudah rusak sehingga aktifitas pengangkutan batubara menjadi lancar dan produktifitas alat angkut menjadi optimal. Kemiringan melintang saat ini pada jalan produksi yang menghubungkan *pit* Jebak menuju *stockpile* berkisar antara 0 – 52 mm. Sehingga untuk kondisi jalan PT. Nan Riang, jika menggunakan lebar jalan 12 meter kemiringan melintang yang dianjurkan yaitu sebesar 24 cm. Untuk penambahan kemiringan melintang akan dilakukan penimbunan dan pemadatan permukaan jalan, agar didapat beda tinggi dari tepi jalan ke tengah jalan menjadi 24 cm, dan dilanjutkan dengan pembuatan drainase agar air hujan yang masuk ke permukaan jalan langsung mengalir.

Superelevasi

Superelevasi ini bertujuan untuk membantu kendaraan dalam mengatasi tikungan. Dengan *superelevasi* yang ada, diharapkan alat angkut tidak tergelincir pada saat melewati tikungan dengan kecepatan yang maksimum. Secara umum *superelevasi* yang ada di PT. Nan Riang belum semuanya ada sehingga ketika alat angkut melewati tikungan kecepatan yang dipakai sangat rendah sehingga berpengaruh pada *cycle time* alat angkut yang semakin besar. Angka *superelevasi* yang dianjurkan untuk mengatasi tikungan jalan pada PT. Nan Riang dengan kecepatan maksimum 40 km/jam dengan lebar jalan ditikungan 21 meter adalah 0,05. Sehingga beda tinggi antara sisi dalam dan sisi luar tikungan yang harus dibuat 1 meter. Untuk penambahan beda tinggi diluar tikungan akan dilakukan penimbunan dan di lakukan pemadatan agar *dump truck* dapat melaju dengan kecepatan yang sesuai standar operasional prosedur (SOP) di PT. Nan Riang.

Estimasi Income Perusahaan Setelah Perbaikan

Jika perusahaan PT. Nan Riang dapat melakukan evaluasi jalan produksi serta perbaikan dengan menekankan waktu hambatan yang dapat dihindari dan penambahan satu unit *dump truck* UD CWM 330 seperti perkiraan maka produksi 1000 ton/hari akan tercapai, serta penggunaan dan biaya bahan bakar akan dapat dikurangi. Untuk melihat perbandingan estimasi *income* perusahaan setelah dilakukan perbaikan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Estimasi *Income* Setelah Perbaikan

Bahan Bakar		Biaya Bahan Bakar (Rp)	Produksi Batubara		Penjualan Batubara (Rp)	<i>Income</i> (Rp)
liter/jam	30.93	340,230	ton/jam	27.19	33,780,992	33,440,762
liter/hari	201.05	2,211,495	ton/hari	175.92	218,563,888	216,352,393
liter/bulan	6031.35	66,344,850	ton/bulan	5277.60	6,556,916,628	6,490,571,778
5 <i>dump truck</i> /jam	154.65	1,701,150	5 <i>dump truck</i> /jam	135.95	168,904,960	167,203,810
5 <i>dump truck</i> /hari	1005.23	11,057,475	5 <i>dump truck</i> /hari	879.60	1,092,819,438	1,081,761,963
5 <i>dump truck</i> /bulan	30156.75	331,724,250	5 <i>dump truck</i> /bulan	26387.90	32,784,458,900	32,452,734,650
6 <i>dump truck</i> /jam	185.58	2,041,380	6 <i>dump truck</i> /jam	163.14	202,685,952	200,644,572
6 <i>dump truck</i> /hari	1206.27	13,268,970	6 <i>dump truck</i> /hari	1055.52	1,311,383,326	1,298,114,356
6 <i>dump truck</i> /bulan	36188.10	398,069,100	6 <i>dump truck</i> /bulan	31665.47	39,341,338,255	38,943,269,155

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut

Hubungan pengaruh konsumsi bahan bakar alat angkut UD CWM 330 ketika bermuatan adalah 54% terhadap kemiringan jalan, 100% terhadap

RPM, 61% terhadap kecepatan, 63% terhadap *rimpull*, 5% terhadap jarak tempuh, dan 1% terhadap waktu tempuh.

Hubungan pengaruh konsumsi bahan bakar alat angkut UD CWM 330 ketika kosong adalah 86% terhadap kemiringan jalan, 100% terhadap RPM,

64% terhadap kecepatan, 79% terhadap *rimpull*, 3% terhadap jarak tempuh, dan 1% terhadap waktu tempuh.

Bahan bakar aktual yang dihabiskan oleh keseluruhan alat angkut *dump truck* UD CWM 330 sebesar 1.589,52 liter/hari (5 *dump truck*). Bahan bakar yang dihabiskan oleh keseluruhan alat angkut *dump truck* UD CWM 330 setelah dilakukan perbaikan sebesar 1.206,27 liter/hari (6 *dump truck*).

Biaya bahan bakar aktual yang diperlukan oleh keseluruhan alat angkut *dump truck* UD CWM 330 sebesar Rp17.484.720,-/hari (5 *dump truck*). Biaya bahan bakar yang diperlukan oleh keseluruhan alat angkut *dump truck* UD CWM 330 setelah dilakukan perbaikan sebesar Rp13.268.970,-/hari (6 *dump truck*).

Produksi aktual yang dihasilkan oleh keseluruhan alat angkut *dump truck* UD CWM 330 sebesar 636,34 ton/hari (5 *dump truck*). Produksi yang dihasilkan oleh keseluruhan alat angkut *dump truck* UD CWM 330 setelah dilakukan perbaikan sebesar 1.055,32 ton/hari (6 *dump truck*).

Adapun beberapa saran yang dapat penulis sampaikan yaitu sebagai berikut:

Dalam melakukan perencanaan jalan produksi harus dipertimbangkan faktor kemiringan jalan yang akan dilalui oleh alat angkut karena akan mempengaruhi pemakaian bahan bakar dan produksi alat angkut tersebut.

Peningkatan keahlian dan kesadaran terhadap sikap tepat waktu pada operator alat angkut akan sangat membantu dalam usaha peningkatan produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aldiyansyah, a. (2016). Analisis Geometri Jalan di Tambang Utara pada PT. Ifishdeco Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal geomine*, 4(1).
- [2] Aryando, W., Ratminah, W. D., & Sudarsono, S. (2016). Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Tanah Penutup Batubara di Banko Barat PIT 1 PT. Bukit Asam (Persero) TBK UPTE. *Jurnal teknologi pertambangan*, 1(2).
- [3] Asmiani, N., Puspitasari, A., & Widodo, S. (2017). BIAYA PENAMBANGAN NIKEL PADA PT. BINTANG DELAPAN MINERAL KABUPATEN MOROWALI PROVINSI SULAWESI TENGAH. *Jurnal Geomine*, 5(2).
- [4] *Engineering Department* PT. Nan Riang
- [5] faisal, r., kresno, k., & poetranto, d. (2016). kajian teknis produksi alat muat dan alat angkut untuk memenuhi target produksi 780.000 ton/bulan di pt semen padang indarung sumatera barat. *jurnal teknologi pertambangan*, 1(2).
- [6] Febrianto A. 2016. *Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Overburden Di Tambang Batubara PT. Rian Pratama Mandiri Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan*. *Jurnal Teknologi Pertambangan* Vol. 1, No. 2.
- [7] Febrianto, Ardyan. 2016. *Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Overburden di Tambang Batubara PT. Rian Pratama Mandiri Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan*. *Jurnal Teknologi Pertambangan* Vol. 1, No. 2.
- [8] Genta Dwi. 2016. *Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan Overburden Penambangan Batubara Pt. Citra Tobindo Sukses Perkasa Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi*. *Jurnal Teknologi Pertambangan* Vol. 1, No. 2.
- [9] Putri, M., Yulhendra, D., & Octova, A. (2018). Optimasi Geometri Peledakan Untuk Mencapai Target Fragmentasi Dan Diggability Dalam Pemenuhan Target Produktivitas Ore Di Pit Durian Barat Dan Pit South Osela Site Bakau Pt J Resources Bolaang Mongondow Sulawesi Utara. *Bina Tambang*, 3(1), 588-607.
- [10] Murnawan, H. (2016). Perencanaan Produktivitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktivitas Dengan Metode Fishbone Di Perusahaan Percetakan Kemasan Pt. X. *HEURISTIC: Jurnal Teknik Industri*, 11(01).
- [11] Octova, A., & Yulhendra, D. (2017). Iron ore deposits model using geoelectrical resistivity method with dipole-dipole array. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 101, p. 04017). EDP Sciences.
- [12] Octova, A., & Sule, R. (2018, April). Seismic Travel Time Tomography in Modeling Low Velocity Anomalies between the Boreholes. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 335, No. 1, p. 012056). IOP Publishing.
- [13] Sari, R. P., Murad, M., & Octova, A. (2018). Analisis Statistik Untuk Mendapatkan Waktu Optimal Dari Losstime Dalam Memenuhi

Produksi Penambangan Batubara Di Area Pit Timur PT. Artamulia Tatapratama. Bina Tambang, 3(3), 943-952.

- [14] Shaddad, A. R. (2017). ANALISIS KESERASIAN ALAT MEKANIS (MATCH FACTOR) UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS. *Jurnal Geomine*, 4(3).

Biodata Penulis

Adree Octova, lahir di Padang Pariaman, 28 Oktober 1986. Sarjana Fisika dari Universitas Negeri Padang, lulus 2008. Tahun 2011 memperoleh gelar Magister Teknik Geofisika dari Institut Teknologi Bandung

Raka Tubagus Indra Ramadhan, lahir di Padang, 3 Februari 1995. Menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang