

Evaluasi Pengaruh Geometri *Hauling Road* Batubara Terhadap Produksi *Dump Truck* Iveco 380 Trakker Dari Pit Sari Menuju *Stockpile* PT. Adimitra Baratama Nusantara, Sangasanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur

Fauzi Fitri Nasrul^{1*}, and Ansosry Ansosry^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*fauzifitri1@gmail.com

**ansosryosga@yahoo.co.id

Abstract. Pit Sari coal production target PT. Adimitra Baratama Nusantara in April 2018 amounted to 200,850.0 tons / month, but the amount of coal mined in pit sari in April was only 194.645,27 tons. The combination of transport and loading equipment used is 1 unit Caterpillar 349D excavator with 6 units of Dump Truck Iveco 380 Trakker. After measuring the width of the straight road and the bend, it was found that the condition of the width of the road was not yet in accordance with the wide standard that can be passed by the conveyance. One solution to increase production is to improve road geometry conditions such as increasing the width of the road, decreasing the slope of the road, to pay attention to cross slope and superelevation. Based on the calculation of road geometry evaluation, the width of the straight road and the bend that is passed by OHT Caterpillar 777D is 21,58 meters and 24,08 meters. While for the standard road width passed by Iveco Dump Truck itself is 13,53 meters and 16,08 meters. Road grade > 9% must be reduced to 9%. The cross slope number that must be made is 43,16 cm for the road that is passed by OHT, 27,06 cm for the road that is passed by the Dump Truck Iveco 380 Trakker. The super elevation that must be made is 74 cm. Production after repairs to the haul road geometry reached 217.167,57 tons

Keywords: Dump Truck, Iveco 380 Trakker, Road Geometry, Production, Cycle Time.

1. Pendahuluan

PT. Adimitra Baratama Nusantara (ABN) adalah perusahaan yang bergerak pada bidang batubara yang merupakan produsen batubara termal yang tumbuh pesat dari Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, Indonesia. Didirikan pada tahun 2005, PT. ABN adalah anak perusahaan yang dimiliki secara mayoritas oleh Toba Bara Sejahtera. PT. ABN mendapatkan lisensi KP (sekarang IUP) pada tahun 2006, memulai produksi pada bulan September 2008. Perusahaan ini beroperasi di area konsesi seluas 2.990 hektar. Saat ini, batubara PT. ABN secara luas digunakan oleh pembangkit energi, produsen semen, serta industri lainnya di beberapa negara di dunia.

Dalam melakukan aktivitas penambangan, tentunya tidak lepas dari berbagai macam faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi alat terdiri dari faktor

alam, faktor manusia serta faktor peralatan. Ketiga faktor ini memiliki keterkaitan terhadap kondisi jalan angkut yang meliputi unsur geometri jalan, radius superelavasi tikungan, *grade*/kemiringan jalan, dan daya dukung tanah (kontruksi jalan dan perawatan jalan) serta fasilitas-fasilitas pendukung jalan (rambu-rambu jalan, lampu penerangan, jalur pengelak, peniriesan dan gorong-gorong). Hal tersebut berpengaruh terhadap penentuan waktu edar (*cycle time*) *Dump truck* yang dihasilkan, waktu edar kecil maka produksi menjadi besar.

Lokasi penelitian yang dilakukan penulis berada di pit sari yang pelaksanaan kegiatan penambangannya diawasi oleh satuan kerja PT. Adimitra Baratama Nusantara namun dilakukan oleh pihak kontraktor dalam hal ini PT. Cipta Kridatama. Kegiatan pengangkutan batubara dilakukan dari *loading point* menuju *stockpile*, Salah satu variabel yang

mempengaruhi kegiatan pengangkutan batubara adalah geometri jalan angkut. Geometri jalan angkut yang baik akan meningkatkan efisiensi kerja alat angkut. Alat angkut tidak bisa beroperasi secara optimal jika kondisi jalan angkut sempit dan memiliki nilai *grade* yang tinggi. *Grade* tinggi mengakibatkan alat angkut yang bermuatan tidak dapat melaju dengan kecepatan tinggi, tetapi pada saat alat angkut kosong turun dapat meluncur dengan cepat, hal ini menyebabkan waktu edar alat angkut bermuatan akan semakin lama dan dapat membahayakan alat angkut kosong, akibatnya produktivitas alat berkurang dan target produksi batubara tidak tercapai.

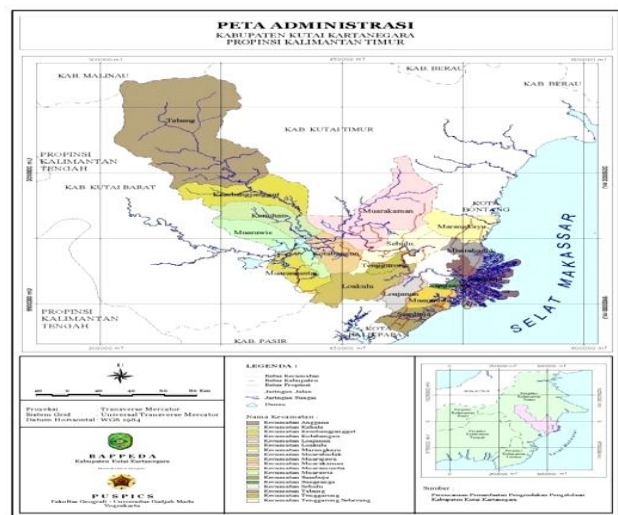
Dari observasi dan pengamatan yang penulis lakukan di PT. Adimitra Baratama Nusantara, terdapat beberapa kondisi jalan yang belum sesuai dengan standar operasi, sehingga *hauling system* tidak berkerja dengan optimal. Seperti nilai *grade* jalan yang besar dari 9% pada segmen D – E, F – G, I' – J', O - P, lebar jalan kondisi lurus yang belum memenuhi standar sebesar 21,58m pada segmen A – B, C – D, D – E, F- G, G- H, H – I, lebar jalan kondisi belokan yang belum memenuhi standar sebesar 24,08m pada segmen LP' - A', E' - F' hal ini tentu mempengaruhi laju dari alat angkut menuju *stockpile*. Nilai keberhasilan pencapaian target produksi sangat dipengaruhi oleh *hauling system* (sistem pengangkutan). Dengan memperhatikan kondisi jalan angkut produksi diharapkan mempertinggi nilai efisien kerja alat dan tingkat keamanan dari alat terutama *Dump truck*, sehingga target produksi dapat optimal sesuai yang diharapkan. Dengan adanya permasalahan tersebut maka diperlukan elavuksi teknis mengenai kondisi geometri jalan angkut (*hauling*).

Berdasarkan data yang diperoleh, target produksi pada bulan April 2018 adalah sebesar 200.850,0 ton. Sedangkan produksi aktual hanya tercapai 194.645,27 ton. Salah satu kegiatan penambangan yang mempengaruhi produksi adalah operasi pengangkutan (*hauling*). Faktor yang dapat mempengaruhi kegiatan pengangkutan adalah kondisi geometri jalan angkut tersebut. Geometri jalan angkut yang baik akan meningkatkan efektivitas kerja alat angkut. Jalan angkut yang memiliki *grade* jalan yang tinggi dan lebar jalan yang tidak ideal akan menyebabkan alat angkut tidak beroperasi secara optimal. *Grade* jalan yang tinggi mengakibatkan alat angkut yang bermuatan tidak dapat melaju dengan kecepatan optimal sedangkan lebar jalan angkut yang sempit akan mengakibatkan alat angkut yang berlawanan arah akan memprioritaskan salah satu alat angkut untuk jalan terlebih dahulu, hal tersebut akan menyebabkan waktu edar alat angkut akan semakin lama, akibatnya target produksi *overburden* tidak tercapai.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kondisi geometri jalan angkut, maka penulis mengangkat sebuah penelitian dengan judul “Evaluasi Pengaruh Geometri *Hauling Road* Batubara Terhadap Produksi *Dump truck* Iveco 380 Trakker Dari Pit Sari Menuju *Stockpile* PT. Adimitra Baratama Nusantara, Sangasanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.”

2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Adimitra Baratama Nusantara, di kecamatan Sanga-sanga, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Area penelitian ini dapat dicapai dari 2 arah yaitu melalui Samarinda ataupun dari Balikpapan. Dari arah Samarinda dapat ditempuh melalui jalan lintas provinsi dengan menggunakan rute Samarinda-Palaran-Sangasanga selama \pm 55 menit dengan jarak tempuh 32 km. Dari arah Balikpapan dapat ditempuh melalui jalan lintas provinsi dengan menggunakan rute Balikpapan-Samboja-Dondang-Sangasanga selama \pm 3 jam dengan jarak tempuh 102 km. Secara geografis berada di $02^{\circ} 16' 28,0''$ LS sampai dengan $02^{\circ} 18' 28,0''$ LS dan garis bujur $102^{\circ} 44' 20,0''$ BT sampai dengan $102^{\circ} 49' 15,0''$ BT.



Gambar 1. Letak Administratif Area KP PT. Adimitra Baratama Nusantara.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 2 April 2018 – 1 Mei 2018. Lokasi penelitian ini terletak di Kecamatan Sanga-sanga, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur.

3.1 Jenis Penelitian

Berdasarkan jenis data yang diperoleh maka jenis penelitian menggunakan penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan terhadap filsafat positifisme, digunakan dalam meneliti terhadap sampel dan populasi penelitian, teknik pengambilan sampel umumnya dilakukan secara acak atau random sampling, sedangkan pengumpulan data dilakukan dengan cara memanfaatkan instrument penelitian yang dipakai, analisis data yang digunakan bersifat kuantitatif/bisa diukur dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang diterapkan sebelumnya^[1]. Penelitian ini juga terarah ke penelitian terapan (*applied research*).

Penelitian terapan yaitu salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk memberikan solusi atas permasalahan tertentu secara praktis.^[1]

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan studi literatur yaitu mencari bahan-bahan pustaka yang dipakai untuk menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian.

Selanjutnya orientasi lapangan dengan melakukan peninjauan langsung ke lapangan dan untuk mengamati langsung kondisi daerah yang akan dilakukan penelitian serta dapat mengangkat permasalahan yang ada untuk dijadikan topik dalam suatu penelitian.

Kemudian pengambilan data lapangan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa waktu edar alat angkut, kecepatan dan transmisi *Dump truck* Iveco 380 Trakker, pengukuran lebar jalan lurus dan tikungan, pengukuran panjang jalan total dan persegmen, koordinat dan elevasi. Data sekunder berupa peta topografi, spesifikasi alat gali muat dan alat angkut, data target dan pencapaian produksi *overburden*, data konsumsi bahan bakar.

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis data adalah memperkirakan atau dengan menentukan besarnya pengaruh secara kuantitatif dari beberapa kejadian terhadap beberapa kejadian lainnya, serta memperkirakan atau meramalkan kejadian lainnya. Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga didapatkan kesimpulan^[2].

3.3.1 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah studi literatur dan penelitian langsung di lapangan selesai dilaksanakan. Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder. Dilakukan dengan cara: Melakukan pengamatan, mencari faktor penyebab masalah, tindakan perbaikan, dan evaluasi hasil.

3.3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan mengolah data sesuai dengan teori pada literatur yang ada. Setelah mendapatkan data primer dan data sekunder, dilakukan pengolahan data dengan menggabungkan kedua data tersebut. Selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel-tabel atau rangkaian perhitungan dalam penyelesaian masalah yang ada.

3.3.3 Analisis Hasil Pengolahan Data

Analisis data dilakukan dengan menganalisis dan membahas sesuai dengan pengolahan data yang sudah dilakukan mengacu pada literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah.

a. Geometri Jalan Angkut

Fungsi utama jalan angkut secara umum adalah untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan. Medan berat yang mungkin terdapat disepanjang rute jalan tambang harus diatasi dengan mengubah rancangan jalan untuk meningkatkan aspek manfaat dan keselamatan kerja. Geometri jalan angkut yang harus diperhatikan sama seperti jalan pada umumnya, seperti lebar jalan angkut, jari-jari tikungan dan super elevasinya, kemiringan jalan, dan *cross slope* atau punggung kura-kura.

b. Produktivitas *Dump Truck*

Produktivitas adalah laju material yang dapat dipindahkan atau dialirkan persatuan waktu (biasanya per jam). Pemindahan material dihitung berdasarkan *volume* (m^3 atau cuyd), sedangkan pada batubara biasanya kapasitas produksi dalam ton.

c. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *dump truck*

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *dump truck* di antaranya adalah korelasi *cycle time* alat gali-muat dan *cycle time* alat angkut, *rolling resistance*, *grade resistance*, *coefficient of traction*, *rimpull*, *acceleration*, ketinggian daerah dari permukaan laut, faktor efisiensi, *swell factor*, *density of material*, serta ketersediaan dan penggunaan alat.

3.3.4 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti serta pemberian saran mengenai perbaikan atau pemeliharaan kondisi jalan angkut sebagai upaya agar alat angkut dapat beroperasi secara optimal dan produksi batubara pada pit sari dapat tercapai.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Geometri Jalan

Geometri jalan angkut merupakan bentuk fisik dari jalan angkut produksi yang meliputi lebar jalan (lurus dan tikungan), kemiringan (*grade*), kemiringan melintang (*cross slope*), dan superelevasi^[3].

Jalan angkut yang digunakan untuk menganalisis geometri jalan adalah dari *loading point* sampai *stockpile*. Jarak tempuh dari *loading point* ke *stockpile* berkisar ± 3.855 meter. *Hauling road* batubara dibagi menjadi 20 segmen yang terdiri dari 13 segmen dengan kondisi lurus dan 7 segmen untuk kondisi tikungan. Berikut penjelasan masing-masing point tersebut :

4.1.1 Lebar Jalan Angkut Keadaan Lurus

Lebar jalan angkut produksi sangat mempengaruhi kelancaran operasi pengangkutan^[4]. Lebar jalan angkut batubara menuju *stockpile* diukur menggunakan meteran pada setiap segmen yang telah ditentukan. Dari pengamatan dilapangan, penulis memakai 2 patokan lebar alat angkut, *Off Highway Truck Caterpillar 777D* dan *Dump truck Iveco 380 Trakker*. OHT 777D memiliki lebar (Wt) 6,165 meter, sementara untuk *dump truck Iveco 380 Trakker* sebesar 3,86 meter^[5]. Rumus yang digunakan untuk menghitung lebar jalan minimum pada kondisi lurus adalah

$$L_{min} = n.Wt + (n+1)(1/2 Wt) \quad (1)$$

Keterangan :

L = lebar minimal jalan angkut pada kondisi lurus

n = Jumlah jalur

Wt = Lebar alat angkut

Maka jalan lurus minimum untuk 2 jalur untuk standar OHT adalah

$$\begin{aligned} L_{min} &= n.Wt + (n+1)(1/2 Wt) \\ &= 2 \times 6,165 + (2+1)(0,5 \times 6,165) \\ &= 21,58 \text{ meter} \end{aligned}$$

Lebar jalan lurus minimum untuk 2 jalur untuk standar *Dump truck Iveco 380 Trakker* adalah :

$$\begin{aligned} L_{min} &= n.Wt + (n+1)(1/2 Wt) \\ &= 2 \times 3,867 + (2+1)(0,5 \times 3,867) \\ &= 13,53 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, lebar jalan angkut minimum pada kondisi lurus dari *loading point* ke *stockpile* PT. Adimitra Baratama Nusantara adalah sebesar 21,58 meter dan 13,53 meter. Koreksi lebar jalan kondisi aktual dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Lebar Jalan Lurus Minimal

Segmen		n Jalur	Jarak (m)	Lebar aktual (m)	Lebar ideal (m)	Saran pelebaran (m)	Ket
Isi	Kosong						
A - B	B - A	II	270	20	21,58	1,6	Standar lebar OHT
C - D	D - C		180	15	21,58	6,6	
D - E	E - D		82	19	21,58	2,6	
F - G	G - F		245	18,5	21,58	3,1	
G - H	H - G		170	17,5	21,58	4,1	
H - I	I - H		321	17,5	21,58	4,1	
J - K	K - J		209	19	13,53	Ideal	Standar lebar DT Iveco
K - L	L - K		342	205	13,53		
L - M	M - L		615	21	13,53		
M - N	N - M		203	22,5	13,53		
O - P	P - O	138	23,5	13,53			
R - S	S - R	169	30	13,53			
S - TB	TB - S	170	21	13,53			

4.1.2 Lebar Jalan Tikungan

Lebar jalan minimum pada tikungan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W_{min} = 2 (U + Fa + Fb + Z) + C \quad (2)$$

Keterangan :

Wmin: Lebar minimum jalan angkut pada tikungan (meter)

U : lebar jejak roda (meter)

Fa : lebar jantai (*overhang*) depan (meter)

Fb : lebar jantai belakang (meter)

Z : lebar bagian tepi jalan (meter)
= $\frac{1}{2} (U + Fa + Fb)$

C : jarak antara alat angkut saat berpapasan (meter)
= $\frac{1}{2} (U + Fa + Fb)$

Pada pengamatan dilapangan alat angkut yang menjadi patokan adalah OHT CAT 777D dan *Dump truck Iveco 380 Trakker*.

4.1.2.1 Standar Lebar CAT 777D

Jarak sumbu roda depan dengan bagian depan (ad)
: 2,19 m

Jarak sumbu roda belakang dengan bagian belakang (ab)
: 3,02 m

Sudut penyimpangan roda (α): 31,8°

Lebar jejak roda (U) : 4,173 m

Lebar jantai depan (Fa) = $ad \times \sin \alpha$
= $2,19 \text{ m} \times \sin 31,8^\circ$
= 1,14 m

Lebar jantai belakang (Fb) = $ab \times \sin \alpha$
= $3,02 \text{ m} \times \sin 31,8^\circ$
= 1,57 m

$$U = Z = \frac{U+Fa+Fb}{n} \quad (3)$$

C = $\frac{1}{2} \times (4,173 \text{ m} + 1,14 \text{ m} + 1,57)$

C = 3,44 m

C = Z = 3,44 m

Lebar jalan minimum pada tikungan (Wmin) adalah :

Wmin = $2 \times (U + Fa + Fb + Z) + C$

Wmin = $2 \times (4,173 \text{ m} + 1,14 \text{ m} + 1,57 \text{ m} + 3,44 \text{ m}) + 3,44 \text{ m}$

Wmin = 24,09 m

4.1.2.2 Standar Lebar Dump truck Iveco 380 Trakker

Jarak sumbu roda depan dengan bagian depan (ad)
: 1,44 m

Jarak sumbu roda belakang dengan bagian belakang (ab)
: 1,57 m

Sudut penyimpangan roda (α): 30°

Lebar jejak roda (U) : 2,55 m

Lebar jantai depan (Fa) = $ad \times \sin \alpha$
= $1,44 \text{ m} \times \sin 30^\circ$
= 0,72 m

Lebar jantai belakang (Fb) = $ab \times \sin \alpha$
= $1,49 \text{ m} \times \sin 30^\circ$
= 0,75 m

C = $\frac{1}{2} \times (2,55 \text{ m} + 0,72 \text{ m} + 0,75)$

C = 2,01 m

C = Z = 2,01 m

Lebar jalan minimum pada tikungan (Wmin) adalah :

Wmin = $2 \times (U + Fa + Fb + Z) + C$

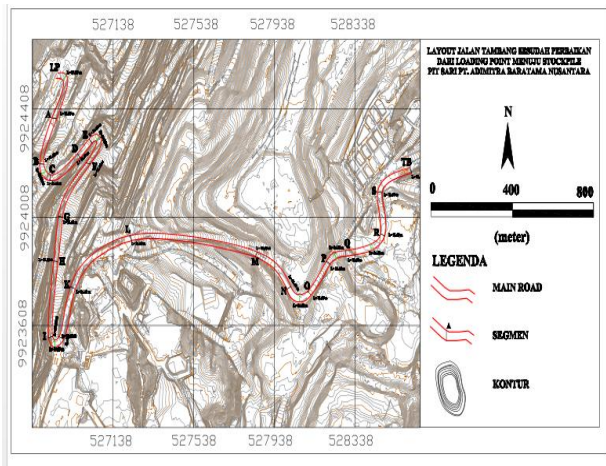
Wmin = $2 \times (2,55 \text{ m} + 0,72 \text{ m} + 0,75 \text{ m} + 2,01 \text{ m}) + 2,01 \text{ m}$

Wmin = 16,08 m

Koreksi lebar jalan angkut minimum pada kondisi tikungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Lebar Jalan Tikungan Minimum

Segmen		n jalur	Jarak (m)	Lebar aktual (m)	Lebar ideal (m)	sudut geser roda (°)	Saran pelebaran (m)	Ket
Isi	Kosong							
LP'-A'	A'-LP'	II	108	20	24,08	31,8	4,08	Standar OHT
B'-C'	C'-B'		82	30	24,08	31,8	ideal	
E'-F'	F'-E'		120	21	24,08	31,8	3,08	
I'-J'	J'-I'		45	25	16,08	30	ideal	Standar DT Iveco
N'-O'	O'-N'		98	28	16,08	10		
P'-Q'	Q'-P'		93	30	16,08	10		
Q'-R'	R'-Q'		194	21	16,08	10		



Gambar 2. Layout Jalan Setelah Perbaikan

4.1.3 Kemiringan Jalan

Kemiringan (*Grade*) jalan angkut dinyatakan dalam persen (%) yang merupakan perbandingan antara beda tinggi dengan jarak mendatar. Perhitungan untuk kemiringan jalan dapat menggunakan rumus berikut^[6] :

$$Grade (\%) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \quad (4)$$

Contoh perhitungan kemiringan jalan segmen LP-A

$$\begin{aligned} \text{Panjang jalan (C)} &= 108 \text{ meter} \\ \text{Jarak mendatar } (\Delta x) &= \sqrt{c^2 - h^2} \\ &= \sqrt{108^2 - 3^2} \\ &= \sqrt{11.664 - 9} \\ &= 107,9 \text{ meter} \\ \text{Beda tinggi } (\Delta h) &= 3 \text{ meter} \\ \text{Kemiringan (grade)} &= \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \\ &= \frac{3}{107,9} \times 100\% \\ &= 2,78 \% \end{aligned}$$

Koreksi kemiringan jalan (*grade*) dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Kemiringan jalan dari *loading point* menuju *stockpile*

Segmen	Jarak (c)	Beda tinggi (h)	Jarak mendatar (x)	Grade aktual (%)	Gade ideal (%)
LP'-A'	108	3	107.96	2.78%	Ideal
A-B	270	16	269.53	5.94%	Ideal
B'-C'	82	2	81.98	2.44%	Ideal
C-D	180	5	179.93	2.78%	Ideal
D-E	82	9	81.50	11.04%	9.0%
E'-F'	120	10	119.58	8.36%	Ideal
F-G	245	25	243.72	10.26%	9.0%
G-H	170	7	169.86	4.12%	Ideal
H-I	321	11	320.81	3.43%	Ideal
I'-J'	45	5	44.72	11.18%	9.0%
J-K	209	11	208.71	5.27%	Ideal
K-L	342	2	341.99	0.58%	Ideal
L-M	615	51	612.88	8.32%	Ideal
M-N	203	3	202.98	1.48%	Ideal
N-O	98	3	97.95	3.06%	Ideal
O-P	138	15	137.18	-10.93%	9.0%
P'-Q'	93	5	92.87	-5.38%	Ideal
Q'-R'	194	16	193.34	-8.28%	Ideal
R-S	169	6	168.89	-3.55%	Ideal
S-TB	170	5	169.93	-2.94%	Ideal

Tabel 4. Kemiringan jalan dari *stockpile* menuju *loading point*

Segmen	jarak (c)	beda tinggi (h)	jarak mendatar (x)	Grade aktual (%)	Gade ideal (%)
A'-LP	108	3	107.96	-2.78%	Ideal
B-A	270	16	269.53	-5.94%	Ideal
C'-B'	82	2	81.98	-2.44%	Ideal
D-C	180	5	179.93	-2.78%	Ideal
E-D	82	9	81.50	-11.04%	9.0%
F-E'	120	10	119.58	-8.36%	Ideal
G-F	245	25	243.72	-10.26%	9.0%
H-G	170	7	169.86	-4.12%	Ideal
I-H	321	11	320.81	-3.43%	Ideal
J'-I'	45	5	44.72	-11.18%	9.0%
K-J	209	11	208.71	-5.27%	Ideal
L-K	342	2	341.99	-0.58%	Ideal
M-L	615	51	612.88	-8.32%	Ideal
N-M	203	3	202.98	-1.48%	Ideal
O'-N'	98	3	97.95	-3.06%	Ideal
P-O	138	15	137.18	10.93%	9.0%
Q'-P'	93	5	92.87	5.38%	Ideal
R'-Q'	194	16	193.34	8.28%	Ideal
S-R	169	6	168.89	3.55%	Ideal
TB-S	170	5	169.93	2.94%	Ideal

4.1.4 Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Cross slope adalah perbandingan antara beda tinggi tengah jalan dengan setengah jarak mendatar jalan. Pembuatan *cross slope* dilakukan dengan cara membuat bagiant tengah jalan lebih tinggi dari bagian tepi jalan.

Contoh perhitungan *cross slope* aktual segemen A-B

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : Lebar jalan} &= 20 \text{ meter} \\ \text{Setengah lebar (c)} &= 10 \text{ meter} \\ \text{Beda tinggi (h)} &= 1 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak mendatar (P)} &= \sqrt{c^2 - h^2} \\ &= \sqrt{10^2 - 1^2} \\ &= 9,95 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cross slope} &= \text{beda tinggi} : \text{jarak mendatar} \\ &= 1 \text{ meter} : 9,95 \text{ meter} \\ &= 0,10 \text{ m/m} \\ &= 100 \text{ mm/m} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *cross slope* dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. *Cross slope* aktual

Segmen		Lebar jalan aktual (m)	Beda Elevasi (m)	½ Jarak (m)	Jarak Horizontal (m)	Cross slope (m/m)	Cross slope (mm/m)
Isi	Kosong						
A-B	B-A	20	1	10	9,95	0,10	100,50
C-D	D-C	15	0,5	7,5	7,48	0,07	66,82
D-E	E-D	19	0,5	9,5	9,49	0,05	52,70
F-G	G-F	18,5	0,5	9,25	9,24	0,05	54,13
G-H	H-G	17,5	1	8,75	8,69	0,12	115,04
H-I	I-H	17,5	0,5	8,75	8,74	0,06	57,24
J-K	K-J	19	0,5	9,5	9,49	0,05	52,70
K-L	L-K	20,5	1	10,25	10,20	0,10	98,03
L-M	M-L	21	1	10,5	10,45	0,10	95,67
M-N	N-M	22,5	0,5	11,25	11,24	0,04	44,49
O-P	P-O	23,5	1	11,75	11,71	0,09	85,42
R-S	S-R	18,5	0,5	9,25	9,24	0,05	54,13
S-TB	TB-S	24,5	0,5	12,25	12,24	0,04	40,85

Lebar jalan minimum pada kondisi lurus berdasarkan perhitungan sebesar 21,58 meter untuk standar OHT CAT 777D dan 15,53 meter untuk standar Iveco 380 Trakker.

4.1.3.1 Standar OHT CAT 777D

Diketahui : lebar jalan=21,58 meter

$$\begin{aligned} \text{Jarak horizontal (P)} &= \frac{1}{2} \times \text{lebar jalan} \\ &= \frac{1}{2} \times 21,58 \text{ meter} \\ &= 10,79 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak vertikal (Q)} &= P \times 40 \text{ mm/m} \\ &= 10,79 \text{ meter} \times 40 \text{ mm/m} \\ &= 431,6 \text{ mm} \approx 43,16 \text{ cm} \end{aligned}$$

Maka, beda tinggi yang harus dibuat dengan lebar jalan kondisi lurus sebesar 21,58 meter adalah 431,6 mm atau 43,16 cm.

4.1.3.2 Standar Dump truck Iveco 380 Trakker

Diketahui : lebar jalan=13,53 meter

$$\begin{aligned} \text{Jarak horizontal (P)} &= \frac{1}{2} \times \text{lebar jalan} \\ &= \frac{1}{2} \times 13,53 \text{ meter} \\ &= 6,765 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak vertikal (Q)} &= P \times 40 \text{ mm/m} \\ &= 6,765 \text{ meter} \times 40 \text{ mm/m} \\ &= 270,6 \text{ mm} \approx 27,06 \text{ cm} \end{aligned}$$

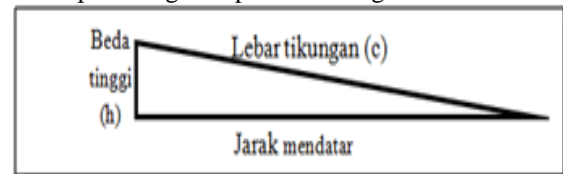
Maka, beda tinggi yang harus dibuat dengan lebar jalan kondisi lurus sebesar 13,53 meter adalah 270,6 mm atau 27,06 cm.

4.1.4 Superelevasi

Fungsi dari superelevasi sendiri adalah untuk meminimalisir adanya genangan air pada tikungan, serta

membantu alat angkut untuk bermanuver pada tikungan dengan kecepatan maksimum.

Contoh perhitungan superelevasi segmen LP-A



Gambar 3. Kemiringan Jalan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : Lebar tikungan (c)} &= 20 \text{ meter} \\ \text{Beda tinggi } (\Delta h) &= 1 \text{ meter} \\ \text{Jarak mendatar} &= \sqrt{c^2 - h^2} \\ &= \sqrt{20^2 - 1^2} \\ &= 19,97 \text{ meter} \\ \text{Superelevasi} &= \text{Beda tinggi} : \text{Jarak} \\ &= 1 \text{ meter} : 19,97 \text{ meter} \\ &= 0,05 \text{ m/m} \\ &= 50 \text{ mm/m} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan superelevasi aktual dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Superelevasi aktual

Segmen		Lebar (m)	Lebar Horizontal (m)	Beda Elevasi (m)	Super elevasi (m)	Super elevasi (mm/m)
Isi	Kosong					
LP' - A'	A' -LP'	20	19,97	1	0,05	50,06
B' - C'	C' - B'	30	29,98	1	0,03	33,35
E' - F'	F' - E'	21	20,90	2	0,10	95,67
I' - J'	J' - I'	25	24,98	1	0,04	40,03
N' - O'	O' - N'	28	27,98	1	0,04	35,74
P' - Q'	Q - P	30	29,93	2	0,07	66,82
Q' - R'	R' - Q'	21	20,98	1	0,05	47,67

Superelevasi yang dibuat disesuaikan dengan kecepatan rencana yang akan diterapkan pada alat angkut yang melewati tikungan yaitu 45 km/jam^[7]. Kecepatan rencana tersebut merupakan kecepatan alat angkut saat melewati tikungan tanpa membawa muatan, karena jika superelevasi sudah mampu dilalui dengan baik oleh alat angkut yang melaju dengan kecepatan yang tercepat, maka superelevasi tersebut sudah dapat dilalui dengan baik pula oleh alat angkut yang melaju dengan kecepatan yang lebih lambat yaitu alat angkut yang melaju dengan mengangkut muatan.

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan rencana} &= 45 \text{ km/jam} \\ \text{Superelevasi maksimum} &= 0,1 \\ \text{Koefisien Gesekan (f)} &= -0,00065 v + 0,192 \\ &= -0,00065 \times 45 + 0,192 \\ &= 0,163 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jari jari tikungan (R)} &= \frac{v^2}{127 \cdot (e+f)} \\ &= \frac{45^2}{127 \cdot (0,1+0,162)} \\ &= 60,6846 \text{ m} \end{aligned}$$

Angka superelevasi yang disarankan pada tikungan jalan angkut batubara dari *loading point* menuju *stockpile* dengan kecepatan maksimum 45 km/jam dan lebar tikungan minimum sebesar 24,08 meter adalah 0,05 . Maka beda tinggi yang harus dibuat antara sisi dalam dengan sisi luar tikungan adalah sebesar 0,74 meter atau 74 cm untuk lebar jalan 24,08 meter, dengan kata lain setiap 1 meter lebar jalan tikungan naik 0,0060 meter atau 6,0 mm/m.

4.2 Alat Produksi Utama

4.2.1 Alat Gali Muat

Alat gali muat yang digunakan untuk kegiatan coal getting di pit sari PT. Adimitra Baratana Nusantara adalah *Excavator* Caterpillar CAT 349D. Jumlah unit yang bekerja sebanyak 1 unit dengan kombinasi 6 unit *dump truck*.

4.2.1 Alat Angkut

Alat angkut yang digunakan untuk proses hauling batubara di Pit Sari PT. Adimitra Baratama Nusantara adalah *Dump truck* iveco 380 Trakker. Jumlah unit yang bekerja di *loading point* CE 3211 sebanyak 6 unit *dump truck*. Waktu edar rata rata *dump truck* sebesar 26,42 menit

4.3 Produksi Teoritis Alat Angkut Setelah Dilakukan Rancana Perbaikan Jalan

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, produksi aktual pada bulan April adalah sebesar 194.64,27 ton/bulan, sedangkan target produksi batubara pada bulan April adalah sebesar 200.850 ton/bulan^[8], artinya target produksi batubara bulan april 2018 belum tercapai. Untuk mencapai target produksi, salah satu hal yang harus dilakukan adalah mempersingkat waktu edar (*cycle time*) alat angkut. Cara untuk mempersingkat waktu edar (*cycle time*) salah satunya adalah dengan mengoptimalkan geometri jalan angkut batubara.

4.4 Perhitungan Rimpull

Berat kosong : 15,7 ton = 142572,94 lb
 Berat bermuatan : 41,32 ton = 181731,45 lb
 Rolling Resistance : 70 lb/ton (jalan terpelihara)
 Rimpull percepatan : 20 lb/ton
 Grade Resistance : 20 lb/ton/% grade

Besarnya harga rimpull dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Rimpull} = \frac{\text{HP} \times 375 \times \text{Effisiensi Mekanis}}{\text{Kecepatan (mph)}} \quad (5)$$

Rimpull yang tersedia dapat dilihat pada tabel 7 berikut :

Tabel 7. Rimpull yang Tersedia

Gear	Kecepatan maksimal (mph)	Horse Power	Eff mekanis (%)	Rimpull
1	2,87	380	0,78	38713,79
2	3,47	380	0,78	32.023,87
3	4,25	380	0,78	26.156,49
4	5,14	380	0,78	21.632,57
5	6,22	380	0,78	17.876,34
6	7,52	380	0,78	14.778,14
7	8,87	380	0,78	12.529,89
8	10,72	380	0,78	10.363,89
9	13,12	380	0,78	8.472,07
10	15,84	380	0,78	7.018,93
11	19,40	380	0,78	5.730,30
12	23,43	380	0,78	4.743,26
13	28,35	380	0,78	3.920,73
14	34,36	380	0,78	3.235,29
15	40,54	380	0,78	2.741,77
16	48,84	380	0,78	2.275,67

4.4.1 Nilai Rolling Resistance

Setelah perbaikan jalan yang ditandai dengan permukaan jalan angkut produksi terpelihara, lebar jalan memenuhi syarat lebar minimal jalan angkut, drainase berfungsi dengan baik dan dilakukan *maintenance* jalan secara intensif sehingga harga *rolling resistance*-nya diasumsikan sebesar 70 lb/ton, yaitu kriteria jalan keras dengan permukaan yang terpelihara baik. Karena setiap alat yang mengalami percepatan akan mendapatkan *rolling resistance* tambahan sebesar 20 lb/ton, sehingga untuk kondisi setelah perbaikan jalan, *rolling resistance* totalnya adalah 70 lb/ton ditambah 20 lb/ton yaitu 90 lb/ton.

4.4.2. Nilai Grade Resistance

Untuk menentukan nilai setelah perbaikan jalan, maka digunakan kemiringan jalan yang sudah sesuai dengan standar, yaitu 10 %. Harga *grade resistance* yaitu 20 lb/ton untuk setiap persen kemiringannya^{[9][10]}.

4.4.3 Perhitungan Rimpull dan Waktu Tempuh Alat Angkut dalam Keadaan Kosong

Diketahui :

Berat kosong kendaraan : 15,74 ton
 Rolling resistance : 70 lb/ton
 Rimpull percepatan : 20 lb/ton
 Grade resistance : 20 lb/ton/% grade

Perhitungan rimpull untuk rolling resistance (RR) + Percepatan (a)

$$\begin{aligned} \text{Segmen TB - S} &= \text{Berat kosong} \times (\text{RR} + a) \\ &= 15,74 \text{ ton} \times (70 \text{ lb/ton} + 20 \text{ lb/ton}) \\ &= 1.337,9 \text{ lb} \end{aligned}$$

Perhitungan Rimpull untuk *Grade Resistance* (GR)

$$\begin{aligned} \text{Segmen TB - S} &= \text{Berat kosong} \times \text{GR} \\ &= 15,74 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} \% \times 2,94\% \\ &= 944,4 \text{ lb} \end{aligned}$$

Maka total *rimpull* yang dibutuhkan adalah 1.337,9 lb + 944,4 lb = 2.282.30 lb, berada pada gear 13 dengan kecepatan 45.62 km/jam. Dengan jarak tempuh sebesar

0,17 km, maka waktu tempuh *dump truck* bermuatan di segmen TB – S adalah 13,41 detik. Berikut adalah tabel perhitungan *rimpull* dan waktu tempuh alat angkut pada setiap segmen kosong.

Tabel 8. Waktu tempuh teoritis keadaan kosong setelah perbaikan jalan

Segmen	Jarak (km)	grade (%)	RP untuk RR & a (lb)	RP untuk GR (lb)	Total rimpull	gear	speed (km/jam)	Waktu tempuh (Detik)
A'-LP	0,11	45,62	1.337,9	-292,764	1.045,14	13	31,22	12,454
B-A	0,27	45,62	1.337,9	-1.983,24	-645,34	13	21,11	46,045
C-B	0,08	45,62	1.337,9	-377,76	960,14	13	37,10	7,957
D-C	0,18	45,62	1.337,9	-875,144	462,76	13	31,22	20,756
E-D	0,08	45,62	1.337,9	-2.833,2	-1.495,30	13	17,26	17,103
F-E	0,12	45,62	1.337,9	-2.361	-1.023,10	13	17,26	25,029
G-F	0,25	45,62	1.337,9	-2.833,2	-1.495,30	13	17,26	51,101
H-G	0,17	45,62	1.337,9	-1.296,976	40,92	13	25,49	24,009
I-H	0,32	45,62	1.337,9	-1.079,764	258,14	13	31,22	37,015
J-I	0,05	45,62	1.337,9	-2.833,2	-1.495,30	13	17,26	9,386
K-J	0,21	45,62	1.337,9	-1.655,848	-317,95	13	21,11	35,642
L-K	0,34	45,62	1.337,9	-1.82,584	1.155,32	13	55,29	22,268
M-L	0,62	45,62	1.337,9	-2.609,692	-1.271,79	13	17,26	128,273
N-M	0,20	45,62	1.337,9	-465,904	872,00	13	37,71	19,379
O-N	0,10	31,2	1.337,9	-6,296	-4.958,10	11	31,32	11,264
O-P	0,14	37,71	1.337,9	2.833,2	4.171,10	12	17,26	28,783
P-Q	0,09	45,62	1.337,9	1.574	2.911,90	13	55,29	6,055
Q-R	0,19	45,62	1.337,9	2.518,4	3.856,30	13	55,29	12,632
R-S	0,17	45,62	1.337,9	1.259,2	2.597,10	13	55,29	11,004
S-TB	0,17	45,62	1.337,9	9.44,4	2.282,30	13	55,29	11,069
Total								309,98
Menit								5,16

Berdasarkan analisis *rimpull* pada alat angkut *dump truck* iveco 380 trakker diperoleh waktu edar dari *stockpile* menuju *loading point* dalam keadaan kosong sebesar 5,16 menit.

4.4.4 Perhitungan Rimpull dan Waktu Tempuh Alat Angkut dalam Keadaan Bermuatan

Diketahui :

- Berat total kendaraan = 41,32 ton
- Rolling resistance = 70 lb/ton
- Rimpull percepatan = 20 lb/ton
- Grade resistance = 20 lb/ton/% grade

Perhitungan *rimpull* untuk rolling resistance (RR) + Percepatan (a)

$$\begin{aligned} \text{Segmen LP - A} &= \text{berat total} \times (\text{RR} + \text{a}) \\ &= 41,32 \text{ ton} \times (70 \text{ lb/ton} + 20 \text{ lb/ton}) \\ &= 2.892 \text{ lb} \end{aligned}$$

Perhitungan *Rimpull* untuk *Grade Resistance* (GR)

$$\begin{aligned} \text{Segmen LP - A} &= \text{Berat total kendaraan} \times \text{GR} \\ &= 41,32 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} / \% \times 2,78 \% \\ &= 2.297,392 \text{ lb} \end{aligned}$$

Maka total *rimpull* yang dibutuhkan adalah 2.892 lb + 2.297,392 lb = 5.189,79 lb, berada pada gear 11 dengan kecepatan 31,32 km/jam. Dengan jarak tempuh sebesar 0,108 km, maka waktu tempuh *dump truck* bermuatan di segmen LP – A adalah 12,45 detik. Berikut adalah tabel perhitungan *rimpull* dan waktu tempuh alat angkut pada setiap segmen bermuatan.

Perhitungan *rimpull* dan waktu tempuh alat angkut pada keadaan kosong setelah perbaikan jalan dapat dilihat pada tabel 9 berikut:

Tabel 9. Waktu tempuh teoritis keadaan bermuatan setelah perbaikan jalan

segmen	Jarak (km)	grade (%)	RP untuk RR & a (lb)	RP untuk GR (lb)	Total rimpull	Gear	Speed (km/jam)	Waktu tempuh Detik (detik)
LP -A'	0,108	2,78	2.892	2.297,392	5.189,79	11	31,22	12,454
A-B	0,27	5,94	2.892	4.908,816	7.801,22	9	21,11	46,045
B'-C'	0,082	2,44	2.892	2.016,416	4.908,82	12	37,10	7,957
C-D	0,18	2,78	2.892	2.297,392	5.189,79	11	31,22	20,756
D-E	0,082	9	2.892	7.437,6	10.330,00	8	17,26	17,103
E'-F'	0,12	8,36	2.892	6.908,704	9.801,10	8	17,26	25,029
F-G	0,245	9	2.892	7.437,6	10.330,00	8	17,26	51,101
G-H	0,17	4,12	2.892	3.404,768	6.297,17	10	25,49	24,009
H-I	0,321	3,43	2.892	2.834,552	5.726,95	11	31,22	37,015
I'-J'	0,045	9	2.892	7.437,6	10.330,00	8	17,26	9,386
J-K	0,209	5,26	2.892	4.347	7.239,26	9	21,11	35,642
K-L	0,342	0,58	2.892	4.79,312	3.371,71	14	55,29	22,268
L-M	0,615	8,29	2.892	6.830,856	9.743,26	8	17,26	128,273
M-N	0,203	1,48	2.892	1.223,072	4.115,47	12	37,71	19,379
N'-O'	0,098	3,06	2.892	2.528,784	5.421,18	11	31,32	11,264
O-P	0,138	9	2.892	7.437,6	10.330,00	8	17,26	28,783
P'-Q'	0,093	-5,38	2.892	-4.446,032	-1.553,63	14	55,29	6,055
Q'-R'	0,194	-8,28	2.892	-6.842,592	-3.950,19	14	55,29	12,632
R-S	0,169	-3,55	2.892	-2.933,72	-41,32	14	55,29	11,004
S-TB	0,17	-2,94	2.892	-2.429,616	462,78	14	55,29	11,069
Total								537,22
Menit								8,95

Dari hasil perhitungan analisis *rimpull* diperoleh *travel time* total setelah perbaikan jalan ditambah dengan perhitungan *fixed time* (waktu tetap) maka diperoleh waktu edar alat angkut setelah perbaikan jalan sebagai berikut :

Tabel 10. Cycle time setelah perbaikan jalan

Waktu Manuver Loading (menit)	Waktu Loading (menit)	Waktu Timbang (menit)	Waktu Travel timbangan-stockpile (menit)	waktu travel stockpile-timbangan (menit)	Waktu Manuver Dumping (menit)	Waktu Dumping (menit)	Waktu Travel		Cycle Time (menit)
							Isi (menit)	Kosong (menit)	
0.84	4.32	0.54	1.36	1.02	0.56	0.93	8.95	5.16	23.68

4.5 Produksi Pengangkutan Batubara

Setelah diperoleh waktu edar (*cycle time*) teoritis setelah perbaikan jalan, maka dapat ditentukan produksi alat angkut *dump truck* iveco 380 trakker yang berkombinasi dengan *excavator* CAT 349 D di *loading point* CE 3211 pit sari PT. Adimitra Baratama Nusantara sebagai berikut:

4.5.1 Produksi Alat Angkut Aktual Sesudah Perbaikan Jalan

Diketahui :

- Kapasitas *bucket* (q1) = 3,2 m³
- Faktor *bucket* (K) = 0,80
- Jumlah pengisian *bucket* (n) = 10 kali
- Effisiensi kerja *dump truck* (Et) = 80 %
- Waktu siklus *dump truck* (Cmt) = 23,68menit
- Density loose batubara = 1,2 ton/m³
- Jam kerja efektif = 18,75jam/hari
- Jumlah alat angkut yang bekerja = 6 unit

Produksi per siklus :

$$\begin{aligned} \text{Produksi per siklus (C)} &= n \times q1 \times K & (6) \\ &= 10 \times 3,2 \text{ m}^3 \times 0,8 \\ &= 25,60 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Produksi per jam :

$$\begin{aligned} \text{Produksi per jam (P)} &= \frac{C \times 60 \times Et}{Cmt} \times M & (7) \\ &= \frac{25,60 \times 60 \times 0,80}{23,68} \times 6 \\ &= 51,89 \text{ m}^3/\text{jam} \times 6 \text{ unit} \\ &= 3.11,35 \text{ m}^3/\text{jam}/6 \text{ unit} \end{aligned}$$

Produksi per hari:

$$\begin{aligned} \text{Produksi per hari} &= P \times \text{density loose} \times \text{jam kerja efektif} \\ &= 311,35 \text{ m}^3 \times 1,2 \text{ ton/m}^3 \times 18,75 \text{ jam} \\ &= 7.005,41 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Produksi per bulan:

$$\begin{aligned} \text{Produksi per bulan} &= 7.005,41 \text{ ton} \times 31 \text{ hari} \\ &= 217.167,57 \text{ ton/bulan} \end{aligned}$$

4.5.2 Perbandingan Produksi Dump truck Sebelum Dan Sesudah Perbaikan Jalan

Setelah dilakukan rancangan perbaikan jalan angkut yang sesuai dengan standar guna menekan waktu edar alat angkut, maka diperoleh selisih waktu edar dan produksi alat angkut sebelum hingga sesudah dilakukan rancangan perbaikan jalan.

Tabel 11. Tabel Perbandingan Produksi *Dump Truck* Sebelum Dan Sesudah Perbaikan Jalan

	Sebelum Rancangan Perbaikan Jalan	Sesudah Rancangan Perbaikan Jalan	Selisih
Cycle Time (Menit)	26,42	23,68	2,74
Produksi (Ton/Bulan)	194.645,27	217.167,57	22.522,30

Dari Tabel 11, dapat dilihat bahwa terdapat penurunan waktu tempuh per siklus sebesar 2,74 menit dan produksi alat angkut meningkat menjadi 22.522,30 ton/bulan.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

- 1 Geometri Jalan Aktual
 - a. Berdasarkan pengamatan di lapangan diperoleh lebar jalan aktual berkisar antara 15 sampai 30 meter.
 - b. Sementara untuk kemiringan jalan berkisar antara 0,58 sampai 11,18 %.
 - c. *Cross slope* jalan aktual berkisar antara 44,49 mm/m sampai 100,50 mm/m.

d. Nilai superelevasi aktual berkisar antara 33,35 mm/m sampai 95,67 mm/m.

- 2 Waktu edar aktual alat angkut *dump truck* iveco 380 trakter sebelum perbaikan jalan sebesar 26,42 menit.
- 3 Produksi alat angkut *dump truck* iveco 380 trakter sebelum perbaikan jalan sebesar 194.64,27 ton/bulan.
- 4 Pengaruh geometri jalan terhadap waktu edar *dump truck* iveco 380 trakter sebesar 86,2 %.
- 5 Berdasarkan hasil perhitungan geometri jalan angkut batubara dari *loading point* CE 3211 dari pit sari menuju *stockpile* PT. Adimira Baratama Nusantara diperoleh lebar jalan kondisi lurus ideal untuk standar *off highway truck* 777D sebesar 21,58 meter, untuk standar *dump truck* iveco 380 trakter sebesar 13,53 m. Lebar jalan tikungan minimum untuk *off highway truck* 777D sebesar 24,09 meter, untuk standar *dump truck* iveco 380 trakter 16,08 meter. Kemiringan jalan yang direncanakan sebesar 9% untuk segmen yang butuh perbaikan (*regrade*), Nilai superelevasi sebesar 0,05 dengan beda tinggi yang dibuat sebesar 74 cm dan beda tinggi pada cross slope sebesar 43,16 cm.
- 6 Waktu edar alat angkut *dump truck* iveco 380 trakter sesudah perbaikan jalan sebesar 23,68 menit.
- 7 Produksi teoritis setelah perbaikan jalan *dump truck* iveco 380 trakter sebesar 217.167,57 ton/bulan dengan jumlah 6 unit *dump truck* yang bekerja.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penambahan lebar jalan lurus pada segmen A – B sebesar 1,6 meter, C – D sebesar 6,6 meter, D – E 2,6 meter, F – G 3,1 meter, G – H 4,1 meter, dan H – I 4,1 meter.
2. Perlu dilakukan penambahan lebar jalan tikungan pada segmen LP' – A' sebesar 4,08 meter, E' – F' sebesar 3,08 meter.
3. Perlu dilakukan penurunan kemiringan jalan atau *regrade* agar memenuhi standar dibawah 9% pada segmen D – E, F – G, I' – J', O – P.
4. Perlu dilakukan perawatan jalan secara rutin agar tetap meningkatkan kinerja alat angkut saat beroperasi.

Daftar Pustaka

- [1] Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Penerbit ALFABETA: Bandung. (2014)
- [2] Priyanto, Duwi. *Mandiri Belajar SPSS*. Penerbit Mediakom : Yogyakarta (2008)
- [3] A. Suwandhi. *Diktat Perencanaan Tambang Terbuka seri Perencanaan Jalan Tambang*. Bandung: Universitas Islam Bandung (2004)
- [4] P. Prodjosumarmoto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung. (1989)
- [5] Anonim. *Trakker 4/5 Repair Manual*. PT. Cakra Jawara. (2009)

- [6] Aldiansyah, dkk. *Analisis Geometri Jalan Tambang di Tambang Utara pada PT. Ifishdeco Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara*. Jurnal Geomine **4**, 1. Konawe Selatan: Universitas Hasanuddin. (2016)
- [7] Sukirman, Silvia. *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Penerbit Nova : Bandung (1999)
- [8] Anonim. *Laporan Departemen Produksi PT. Adimitra Baratama Nusantara*. Dokumen. Kutai Kartanegara : PT. Adimitra Baratama Nusantara (2018)
- [9] Kaufman, W.K, and Ault. J.C. “*Design of Surface Mine Haulage Roads*”. USA: United States Departement of Interior, Bureau of Mines. (1977)
- [10] Tommy Youbert Lambung, dkk. *Evaluasi Jalan Tambang untuk Meningkatkan Produktivitas Alat Angkut pada Aktivitas Pemandahan Overburden*. Jurnal GEOSAPTA **2**, 2. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat. (2016)