

## Evaluasi Geometri Jalan Tambang Pada Pengangkutan *Overburden* Dari *Front A2* Menuju *Disposal* Untuk Meningkatkan Produktivitas Dari PT. Riung Mitra Lestari Site Krassi Pt. Mandiri Intiperkasa, Kalimantan Utara

Kresno<sup>1</sup>, Hilmi Faisol Aflah<sup>1</sup>, Tedy Agung Cahyadi<sup>1</sup>, Khalid Syafrianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

<sup>2</sup>Teknik Pertambangan, Universitas Tanjungpura

email : aflah2205@gmail.com

### ABSTRAK

Pada kegiatan pengangkutan *overburden*, jalan tambang merupakan parameter penting untuk menunjang kinerja alat angkut. Proses pengangkutan *overburden* pada PT. Riung Mitra Lestari Site Krassi menggunakan alat angkut Komatsu HD-785. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan geometri jalan aktual yang ada di lapangan dengan standar geometri jalan secara teoritis menurut berbagai sumber. Geometri jalan yang menjadi penelitian ini meliputi lebar jalan angkut, superelevasi, *grade* jalan, dan *crosslope*.

Berdasarkan data aktual penelitian lebar jalan angkut *overburden* berkisar antara 21,2-46 meter, sedangkan secara teori lebar jalan minimal yang dianjurkan adalah 24 meter. Pada segmen B-C, didapatkan lebar jalan tikungan secara aktual sebesar 11,3 meter, namun secara teori seharusnya memiliki lebar minimal sebesar 15,5 meter. Data *grade* jalan yang didapatkan bervariasi, dengan nilai minimum sebesar 0,44% pada segmen A-B dan maksimum sebesar 11,5% pada segmen E-F. Untuk superelevasi didapatkan hasil sebesar 1,47% pada segmen D-E dan 3,43% pada segmen F-G. Hasil pengamatan di sepanjang jalan angkut menunjukkan tidak adanya *cross slope*.

Adanya perbedaan antara data aktual dan teoritis berpengaruh terhadap capaian produktivitas. Perhitungan menunjukkan bahwa dari data aktual lapangan didapatkan produktivitas sebesar 111,8 bcm/jam. Setelah dilakukan perbaikan menggunakan data teoritis, produktivitas menjadi sebesar 117 bcm/jam. Hal tersebut menunjukkan adanya peningkatan produktivitas sebesar 5,2 bcm/jam.

Kata Kunci: Geometri jalan, produktivitas, *Overburden*

### I. PENDAHULUAN

PT. Mandiri Intiperkasa merupakan perusahaan pertambangan dengan komoditas batubara yang berlokasi di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. PT. Riung Mitra Lestari menjadi kontraktor PT. Mandiri Intiperkasa. Kegiatan penambangan yang dilaksanakan oleh PT. Mandiri Intiperkasa menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode *open pit*.

Aktivitas penambangan di PT. Mandiri Intiperkasa meliputi kegiatan penggalian, pemuatan, dan pengangkutan. kegiatan pengangkutan material *overburden* dilakukan oleh PT. Riung Mitra Lestari menggunakan *Dump Truck* Komatsu HD 785. Dalam kegiatan pengangkutan *overburden*, jalan tambang memiliki peranan yang sangat penting karena apabila kondisi jalan tambang yang didesain tidak sesuai dengan standar geometri jalan yang ditetapkan maka akan mempengaruhi produktivitas alat angkut. Oleh karena itu, perlu adanya pengontrolan keadaan jalan yang akan dilalui agar produktivitas dapat meningkat.

Salah satu cara meningkatkan produktivitas adalah memperbaiki geometri jalan angkut agar sesuai dengan standar, oleh karena itu perlu adanya evaluasi perbaikan mengenai jalan tersebut. Dalam penelitian ini, evaluasi geometri jalan akan menggunakan beberapa referensi teori meliputi Kepmen ESDM No.1827 K/30/MEM/2018, AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), W. Hustrulid, M.

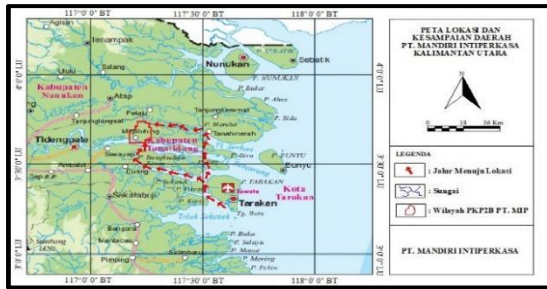
Kuchta & R. Martin, Dwayne D. Tannant & Bruce Regensburg, dan Walter W. Kaufman & James C. Ault.

Jalan tambang yang baik harus sesuai dengan standar dari beberapa referensi teori yang disebutkan sebelumnya, dimana jalan tambang yang ada pada *front* kerja tidak sesuai dengan standar seperti lebar jalan yang terlalu sempit, kemiringan jalan yang terjal dan nilai *cross slope* dan superelevasi yang tidak sesuai.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi geometri jalan angkut dan memberikan rekomendasi perbaikan pada segmen jalan angkut yang belum sesuai standar.

### II. LOKASI PENELITIAN

Lokasi penambangan PT. Riung Mitra Lestari berada di dalam Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) milik PT. Mandiri Intiperkasa. Secara administratif lokasi PKP2B milik PT. Mandiri Intiperkasa berada di Kecamatan Sembakung, Kabupaten Nunukan dan Kecamatan Sesayap, Kabupaten Tanah Tidung, Provinsi Kalimantan Utara. Lokasi tambang bagian Selatan berbatasan dengan Desa Manjalutung.



Gambar 1. Peta Lokasi Kesempaian Daerah

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan pada penulisan jurnal ini menggunakan metode deskriptif yang dilakukan melalui beberapa tahapan meliputi studi literatur, observasi, pengumpulan dan pengelompokan data, pengolahan data, analisis data, serta penyusunan laporan. Tahapan studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan Pustaka yang berhubungan dengan geometri jalan tambang, produksi, serta literatur yang berkaitan dengan penelitian. Setelah didapatkan hasil evaluasi geometri jalan tambang,

#### 3.1. Teknik Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dimulai dengan melakukan studi literatur, melakukan pengamatan, dan pengambilan data dilapangan secara langsung. Data-data primer yang diambil dilapangan yaitu berupa data lebar jalan dalam kondisi lurus, lebar jalan dalam kondisi tikungan, *grade* jalan, *cross slope*, superelevasi, *cycle time* alat angkut, dan foto kegiatan dilapangan. Data sekunder yang diperlukan antara lain, spesifikasi alat angkut, peta kesempaian daerah, peta geologi dan peta jalan angkut tambang.

#### 3.2. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan, penulis menggunakan rumus-rumus melalui studi literatur yang ada untuk menganalisis data.

#### 3.3. Analisis Geometri Jalan

Analisis geometri jalan dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan. Data disajikan dalam bentuk tabel-tabel atau rangkaian perhitungan dalam penyelesaian masalah yang ada. Penentuan geometri jalan dianalisis menurut beberapa referensi teori seperti Kepmen ESDM No.1827 K/30/MEM/2018, AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), W. Hustrulid, M. Kuchta & R. Martin, Dwayne D. Tannant & Bruce Regensburg, dan Walter W. Kaufman & James C. Ault.

#### 3.4. Analisis Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut dianalisis dengan melakukan perbaikan terhadap kondisi geometri

jalan ideal secara teoritis menggunakan grafik dari *handbook* Komatsu.

### 3.5. Kesimpulan

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 produktivitas *overburden* meningkat.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Geometri Jalan

Daerah Pit Front A2 merupakan salah satu area penggalian *overburden* pada tambang PT. Riung Mitra Lestari. Aktivitas penggalian pada area ini bertujuan untuk mendapatkan *overburden* dan diangkut langsung ke disposal. Jarak dari *front* A2 ke disposal 2,1 km. Jalan produksi terdiri dari 10 segmen untuk jalur lurus dan tikungan

Geometri jalan produksi adalah ukuran dari bentuk fisik jalan produksi tersebut meliputi lebar jalan (dalam keadaan lurus dan lebar jalan pada tikungan), kemiringan jalan, kemiringan melintang (*cross slope*) dan superelevasi.

Geometri jalan angkut yang dibahas disini meliputi lebar jalan angkut baik lebar jalan lurus maupun lebar jalan tikungan, *grade* (kemiringan jalan), kemiringan melintang (*cross slope*), jari-jari dan superelevasi. Berikut penjelasan masing-masing poin tersebut:

#### a. *Grade* jalan tambang

Kemiringan (*grade*) jalan angkut produksi dinyatakan dalam persen (%) yang merupakan perbandingan antara beda tinggi dengan jarak mendatar.

Perhitungan untuk kemiringan jalan dapat menggunakan rumus berikut:

$$Grade = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\%$$

Dimana:

$\Delta h$  = beda tinggi (m)

$\Delta x$  = jarak datar (m)

Hasil pengambilan data kemiringan jalan (*grade*) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. *Grade* Jalan Aktual

Segmen	Elevasi		Jarak	<i>Grade</i> (%)
	Awal	Akhir		
A-B	19	20	228.3	-1.60
B-C	20	24	143	2.90
C-D	24	40	130	10.25
D-E	40	68	245.4	9.60
E-F	68	84	116.2	11.50
F-G	84	90	203.3	2.71
G-H	90	98	157.8	5.10
H-I	98	114	125.5	10.75

I-J	114	118	86.4	4.63
J-K	118	136	558.2	3.50

Menurut peraturan Kepmen ESDM No.1827 K/30/MEM/2018 menyatakan bahwa untuk kemiringan jalan (*grade*) tidak boleh lebih dari 12%, maka dalam hal ini tidak ada masalah terkait *grade* jalan tambang pada PT. Riung Mitra Lestari.

Menurut AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) kemiringan jalan yang dapat dilalui dengan baik dan dikategorikan aman adalah maksimal sebesar 8%. Maka terdapat beberapa segmen yang tidak sesuai dengan peraturan ini yaitu segmen C-D sebesar 10,25%, segmen D-E sebesar 9,6%, segmen E-F sebesar 11,5%, dan segmen H-I sebesar 10,75%.

Menurut W. Hustrulid, M. Kuchta dan R. Martin *grade* jalan tambang berkisar antara 8-10%. Nilai 8% diambil jika tidak menyebabkan terlalu banyak pengupasan atau terlalu memperumit tata letak jalan. Sedangkan *grade* 10% diambil jika kemiringan harus cukup curam untuk mengurangi panjang jalan. Pada penelitian ini diambil nilai *grade* sebesar 8% karena tidak terlalu memperumit tata letak jalan yang ada. Maka hasil perbaikan *grade* seperti Tabel 2.

Tabel 2. *Grade* Jalan Perbaikan

Segmen	Elevasi		Jarak	<i>Grade</i> (%)
	Awal	Akhir		
A-B	19	20	250	0.44
B-C	20	24	137.9	2.90
C-D	24	40	200.0	8.00
D-E	40	68	350.0	8.00
E-F	68	84	200.0	8.00
F-G	84	90	75.0	8.00
G-H	90	98	140.2	5.71
H-I	98	114	200.0	8.00
I-J	114	118	50.0	8.00
J-K	118	136	499.5	3.60

Menurut Dwayne D. Tannant & Bruce Regensburg *grade* maksimal dari jalan tambang adalah sebesar 10%. Terdapat beberapa segmen yang memiliki *grade* lebih dari 10% yaitu segmen C-D sebesar 10,25%, segmen E-F sebesar 11,5%, dan segmen H-I sebesar 10,75% Maka hasil perbaikan yang didapatkan sebagai berikut (lihat Tabel 3.).

Tabel 3. *Grade* Jalan Perbaikan

Segmen	Elevasi		Jarak	<i>Grade</i> (%)
	Awal	Akhir		
A-B	19	20	250	0.44
B-C	20	24	137.9	2.90
C-D	24	40	160.0	10.00
D-E	40	68	287.8	9.70

E-F	68	84	160.0	10.00
F-G	84	90	200.5	3.00
G-H	90	98	156.9	5.10
H-I	98	114	160.0	10.00
I-J	114	118	75.2	5.30
J-K	118	136	514.3	3.50

Menurut Walter W. Kaufman and James C. Ault berpendapat bahwa *grade* jalan tambang ketika *dumptruck* bermuatan maksimal sebesar 5%, sedangkan ketika *dumptruck* tidak terisi muatan *grade* jalan tambang maksimal sebesar 10%. Pada penelitian ini didapatkan *grade* rata-rata sebesar 5,5%, sedangkan *grade* maksimal menurut Walter W. Kaufman and James C. Ault yakni sebesar 5%. Maka pada jalan tambang yang didesain oleh PT. RML tidak cocok jika menggunakan pendapat dari Walter W. Kaufman and James C. Ault.

b. Lebar Jalan Lurus

Untuk menentukan lebar pada jalan lurus diambil standar dengan memperhitungkan lebar dari alat angkut. Lebar jalan angkut minimum untuk jalur ganda atau lebih menggunakan aturan “AASHTO *Manual Rulal High Way Design*“, karena beberapa sumber juga menggunakan AASHTO sebagai landasan perhitungan lebar jalan tambang yaitu dengan mempertimbangkan alat angkut terbesar yang melintasi jalan tersebut paling kurang tiga setengah kali lebar alat angkut untuk dua arah dan dua kali lebar alat angkut untuk jalan tambang satu arah. Pada jalan lurus di tepi kiri dan tepi kanan harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut. Persamaan yang digunakan untuk menentukan lebar jalan angkut pada jalan lurus adalah :

$$L = n \cdot Wt + (n + 1)(0,5 \cdot Wt)$$

Dimana:

L = Lebar jalang angkut minimum, (m)

N = Jumlah jalur

Wt = Lebar jalan angkut, (m)

Maka:

$$L = 2 \cdot 6,8 + (2 + 1)(0,5 \cdot 6,8)$$

$$L = 24 \text{ m}$$

Jadi, lebar jalan angkut pada jalur lurus sebesar 24 m. Dalam hal ini terdapat 2 segmen jalan yang tidak sesuai dengan aturan yaitu segmen B-C sebesar 21,2 m dan segmen I-J sebesar 23,6 m (lihat Tabel 4.).

Tabel 4. Lebar Jalan Angkut

Segmen	Lebar Jalan (m)		
	Aktual	Rekomendasi Perbaikan	
A-B	25	-	Sesuai
B-C	21.2	+2,8	Perlu Perbaikan
C-D	33.8	-	Sesuai
D-E	30.6	-	Sesuai

E-F	46	-	Sesuai
F-G	33,5	-	Sesuai
G-H	28,1	-	Sesuai
H-I	25,3	-	Sesuai
I-J	23,6	+0,4	Perlu Perbaikan
J-K	29,1	-	Sesuai

c. Lebar Jalan Tambang Pada Tikungan

Lebar Jalan pada tikungan didapatkan pada segmen B-C sebesar 11,3 m, segmen D-E sebesar 50,1 m, dan segmen F-G sebesar 41,6 m. Dalam hal ini segmen B-C belum sesuai standar yang berlaku yakni seharusnya 15,7 m pada lebar 1 jalur tikungan.

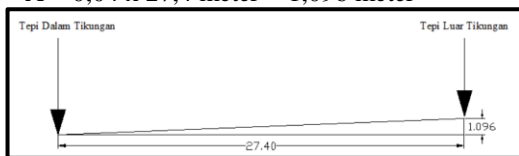
Tabel 5. Lebar Jalan pada Tikungan

Segmen	Lebar Jalan Tikungan (m)	Rekomendasi Perbaikan
B-C	11,3	+4,2
D-E	50,1	-
F-G	41,6	-

d. Superelevasi

Berdasarkan beberapa sumber (AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), W. Hustrulid, M. Kuchta & R. Martin, Dwayne D. Tannant & Bruce Regensburg, dan Walter W. Kaufman & James C. Ault) menjelaskan bahwa superelevasi yang dapat digunakan yaitu sebesar 4%. Dalam hal ini tidak ada segmen yang sesuai dengan sumber-sumber tersebut dengan segmen B-C tidak terbentuk superelevasi, segmen D-E sebesar 1,47%, dan segmen F-G sebesar 3,43%. Angka superelevasi yang dianjurkan untuk mengatasi tikungan jalan pada PT. Riung Mitra Lestari dengan kecepatan maksimum 40 km/jam dengan lebar jalan ditikungan 27,4meter adalah 0,04. Sehingga beda tinggi antara sisi dalam dan sisi luar tikungan yang harus dibuat yaitu:

$$A = 0,04 \times 27,4 \text{ meter} = 1,096 \text{ meter}$$



Gambar 2. Superelevasi

e. Cross Slope

Menurut Kepmen ESDM No.1827 K/30/MEM/2018 nilai cross slope tidak boleh kurang dari 2%. AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) menilai bahwa untuk cross slope berkisar 2-4%. W. Hustrulid, M. Kuchta & R. Martin berpendapat jika nilai cross slope berkisar antara ¼ - ½ inch/ft. Dwayne D. Tannant & Bruce Regensburg

menyatakan untuk nilai cross slope berkisar antara 1,5-4%., Sedangkan Walter W. Kaufman & James C. Ault berpendapat nilai cross slope berkisar antara ¼ - ½ inch/ft.

Hasil pengamatan di lapangan pada jalan angkut yang menghubungkan antara *front* A2 dan *disposal* tidak terdapat *cross slope* yang jelas dimana bagian tengah jalan seharusnya lebih tinggi dibandingkan sisi paling tepi dari segmen jalan.

4.2. Produktivitas Aktual Alat Angkut

Perhitungan produktivitas alat angkut aktual

$$P = C \times \frac{60}{CT} \times BFF \times SF \times Eff$$

Keterangan:

Produktivitas (P) = bcm/jam

Kapasitas (C) = 42,45 bcm

Waktu edar (CT) = 1296 detik

Faktor Pengisian *Bucket* (BFF) = 0,9

Efisiensi Kerja (Eff) = 0,83

*Swell Factor* (SF) = 1,27

Maka :

$$P = C \times \frac{60}{CT} \times BFF \times SF \times Eff$$

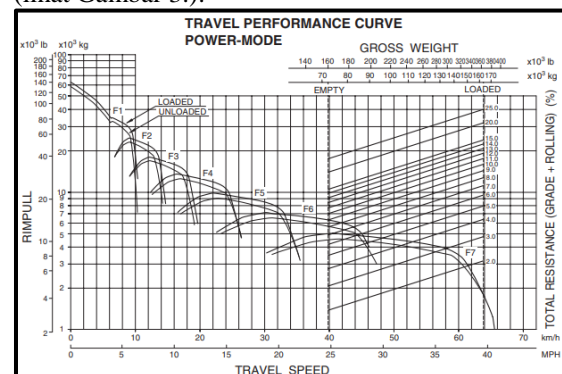
$$= 42,45 \text{ bcm} \times \frac{3600}{1296} \times 0,9 \times 1,27 \times 0,83$$

$$= 111,8 \text{ bcm/jam}$$

Perhitungan produktivitas aktual berdasarkan pada pengamatan *cycle time* di lapangan. Dari perhitungan produktivitas aktual didapatkan produktivitas satu unit dump truck Komatsu HD 785 rata-rata 111,8 BCM/Jam. Produktivitas tersebut belum mencapai target produksi yang ditetapkan oleh PT. Riung Mitra Lestari yaitu sebesar 114 BCM/ Jam.

4.3. Produktivitas Teoritis Berdasarkan Evaluasi Geometri Jalan dengan Ketentuan AASHTO

Produktivitas teoritis didapatkan dari hasil perbaikan waktu edar alat angkut. Perbaikan waktu edar dihasilkan dari perhitungan total resistance yang kemudian diplotkan kedalam grafik *Travel Performance Curve* dengan cara sebagai berikut (lihat Gambar 3.):



Gambar 3. Grafik Travel Performance Curve

1. Tarik garis kebawah dari *gross weight* menuju persentase *total resistance*.
2. Kemudian tarik garis secara horizontal kearah kiri menuju kurva dengan kisaran kecepatan tertinggi yang dapat diperoleh.
3. Lalu tarik vertikal ke bawah untuk mendapatkan kecepatan maksimum yang dapat dilalui oleh alat angkut.

a. Rolling Resistace

Rolling resistace pada jalan angkut digunakan untuk mengetahui energi yang hilang yang disebabkan oleh kondisi permukaan jalan. Perhitungan *rolling resistance* pada lokasi penelitian menggunakan tabel 6. dengan kondisi jalan tanah, berlubang, tertekuk di bawah beban, sedikit perawatan, tanpa air, dan penetrasi ban 1 "atau 2", memiliki tahanan gulir sebesar 50 kg/ton.

Tabel 6. Koefisien Rolling Resistance

Kondisi Jalan	lb/ton	kg/ton
Jalan permukaan yang keras, halus, stabil, tanpa penetrasi di bawah beban, disiram, dirawat	40	20
Jalan raya yang kokoh, halus, bergulir dengan permukaan yang berdebu atau ringan, melentur sedikit dibawah beban atau bergelombang, dirawat secara teratur, disiram	65	35
Bersalju	Menempel	50
	Lepas	90
Jalan tanah, berlubang, tertekuk di bawah beban, sedikit perawatan, tanpa air, penetrasi ban 1 "atau 2"	100	50
Jalan tanah yang kotor, lunak, tidak ada perawatan, tidak ada stabilisasi, penetrasi ban 4 "sampai 6"	150	75
Pasir lepas atau kerikil	200	100
Jalan yang lunak, berlumpur, rusak, tidak ada perawatan	200 - 400	100-200

Sumber : Prodjosumarto Rochmanhadi (1992)

b. Grade Resistance

Tabel 7. Nilai Grade Resistance

Segmen	Jarak (m)	Grade (%)	RR (kg/ton)	GR (kg/ton)
A-B	250	0.44	50	4.4
B-C	137.9	2.9	50	29
C-D	200	8	50	80
D-E	350	8	50	80
E-F	200	8	50	80
F-G	75	8	50	80
G-H	140.2	5.7	50	57
H-I	200	8	50	80
I-J	50	8	50	80
J-K	499.5	3.6	50	36

Perhitungan besar *grade resistance* pada jalan angkut dilakukan untuk mengetahui sejumlah energi yang hilang akibat perbedaan elevasi setiap segmen jalan. Besarnya nilai kemiringan rata-rata untuk setiap 1 % kemiringan yaitu 10 kg/ton. Pada lokasi penelitian, ditemukan *grade* tertinggi sebesar 11,5 %, sehingga pada jalan angkut tersebut didapatkan *total resistance* sebesar 16,5 % dan kecepatan alat angkut yang dapat dicapai sebesar 9,5 km/jam (lihat Tabel 7.).

c. Total Resistance

*Total resistance* merupakan penjumlahan *rolling resistance* dengan *grade resistance*. *Total resistance* ini berguna untuk mendapatkan

kecepatan alat angkut yang kemudian didapatkan juga waktu tempuh alat angkut.

Tabel 8. Waktu Angkut Teoritis

RR (kg/ton)	GR (kg/ton)	TR (%)	Kecepatan		Waktu Angkut (s)
			(km/j)	(m/s)	
50	4.4	5.44	23	6.21	39.2
50	29	7.9	19.3	5.211	25.4
50	80	13	13.5	3.645	53.8
50	80	13	13.5	3.645	95
50	80	13	13.5	3.645	53.8
50	80	13	13.5	3.645	19.5
50	57	10.7	16	4.32	31.4
50	80	13	13.5	3.645	53.8
50	80	13	13.5	3.645	12.7
50	36	8.6	20	5.4	91.5
Total Waktu Angkut Teoritis					476.6

Dari hasil diatas didapatkan perbedaan waktu tempuh sebesar 63,4 detik. Sehingga produktivitas perbaikan dapat dihitung sebagai berikut.

$$P = C \times \frac{3600}{CT} \times BFF \times SF \times Eff$$

$$= 42,45 \text{ bcm} \times \frac{3600}{1238,8} \times 0,9 \times 1,27 \times 0,83$$

$$= 117 \text{ bcm/jam}$$

Didapatkan hasil setelah perbaikan *grade* jalan dengan hasil produktivitas sebesar 117 bcm/jam, meningkat 5,2 bcm/jam dari sebelum dilakukan perbaikan.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Terdapat beberapa segmen yang belum memenuhi kriteria *grade* yang ideal diantaranya segmen C-D sebesar 10,25%, segmen D-E sebesar 9,6%, segmen E-F sebesar 11,5%, dan segmen I-H sebesar 10,75%.
2. Pada lebar jalan teerdapat 2 segmen jalan yang belum sesuai aturan yaitu segmen B-C dengan lebar jalan sebesar 21,2 m dan segmen I-J dengan lebar jalan sebesar 23,6 m.
3. Pada lebar jalan dijalur tikungan terdapat 1 segmen jalan yang belum sesuai dengan aturan yaitu segmen B-C dengan lebar pada jalur tikungan sebesar 11,3 m. Perlu adanya pelebaran jalan sebesar 4,2 m.
4. Superelevasi yang terdapat pada PT. RML tidak ada yang sesuai dengan standar.
5. Pada jalan angkut yang menghubungkan antara *front* A2 dan *disposal* tidak terdapat *cross slope* yang jelas dimana bagian tengah jalan seharusnya lebih tinggi dibandingkan sisi paling tepi dari segmen jalan.
6. Dari data aktual lapangan didapatkan produktivitas sebesar 111,8 bcm/jam. Setelah dilakukan perbaikan menggunakan data teoritis, produktivitas menjadi sebesar 117 bcm/jam. Hal tersebut menunjukkan adanya

peningkatan produktivitas sebesar 5,2 bcm/jam

#### VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada seluruh dosen Jurusan Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya.

#### VII. DAFTAR PUSTAKA

- Hustrulid, W., Kuchta, M., and R. Martin, 2013, *Open Pit Mine Planning & Design Volume 1 Fundamentals*, CRC Press, Florida.
- Kaufman, W.W., dan J.C. Ault, 1977, *Design of Surface Mine Haulage Roads – A Manual*, USBM IC 8758.
- Tannant, D.D., and B. Regensburg, 2001, *Guidelines for Mine Haul Road Design*, Kelowna, B.C. Canada.

*American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual Rural High Way Design. 1973.*

*Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2018. Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Indonesia.*