

Evaluasi Kondisi Jalan Angkut dari *Front* Penambangan Menuju *Rom Stockpile* untuk Mencapai Target Produksi 15.000 Ton Batubara Perbulan PT. Prima Dito Nusantara *Jobsite* KBB Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi

Bram Subhan Maulana^{1*}, Sumarya¹, Mulya Gusman¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan FT Universitas Negeri Padang

*brammaulana1995@gmail.com

Abstract. Coal production produced by PT. Prima Dito Nusantara by dumptruck is currently 9.977,48 ton/bulan, looking at the condition of the existing equipment, it is planned to produce daily from the dumptruck to be further improved so that the production that can be achieved by the dump truck can reach 15,000 tons / month. Therefore, the problem to be examined is "is the condition of the haul road being used at this time ideal to achieve the coal production target of PT .Prima Dito Nusantara". With the evaluation of haul roads are expected to help the problems that exist in the company so that the productivity of the means of transportation to increase and production to be achieved. The research method conducted in the field is by measuring along the haul road from the mining front to the rom stockpile by calculating the width of the haul road, the distance and the slope and then comparing the actual condition in the field with the result of calculation based on the theory. The results showed that the width of the minimum haul road for straight road conditions must be made that is 11 m and 15 m for the bend. The slope at the bend (superelevation) with the theoretical bend width of 15 m must be made 30 cm so that the transport can pass the bend with maximum speed. Based on the theoretical width of the cross slope to be made is 22 cm to the side of the road so that the road body is not inundated with water, while the slope of the haul road is 15%. The results of the research analysis will then be made a recommendation as a solution of the problems that occur.

Keywords: Hauling Road, Cross Slope, Superelevation, Road Transport Slope, Coal Production.

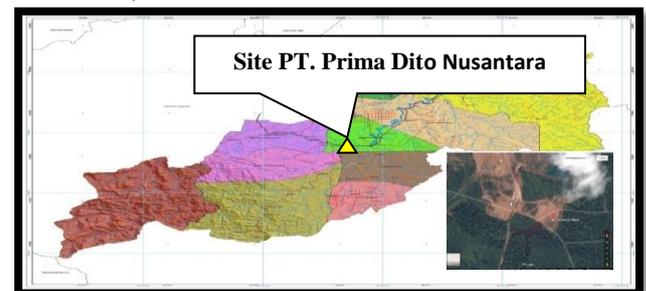
1. Pendahuluan

PT. Prima Dito Nusantara adalah perusahaan kontraktor swasta yang bergerak di bidang pertambangan batubara terletak di Kecamatan Sarolangun Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Sistem penambangan menggunakan tambang terbuka dengan metode *strip mine* memanfaatkan kombinasi antara alat gali-muat dan alat angkut untuk memproduksi batubara dimana dalam pengoperasiannya menggunakan *Excavator* sebagai alat muat sedangkan *dumptruck* sebagai alat angkut. Dalam pelaksanaan operasi pengangkutan di *front* penambangan menuju *rom stockpile* PT. Prima Dito Nusantara menggunakan *dumptruck Nissan CWB, Mitsubishi Fuso, Hino Motors Dumptruck, Sinotruck Howo, stay Dumptruck*. Produksi batubara yang dihasilkan saat ini oleh *dumptruck* adalah sebesar 9.977,48 ton/bulan, Untuk saat ini dengan kondisi alat yang ada direncanakan produksi perhari dari *dumptruck* ingin lebih ditingkatkan lagi sehingga produksi yang dapat dicapai oleh *dump truck* tersebut dapat mencapai 15.000 ton/bulan. Jarak tempuh yang dilalui oleh *dumptruck* untuk menyelesaikan satu siklus kerja menuju *rom stockpile* adalah 7 km dengan jalan angkut yang dilalui oleh tiga perusahaan yaitu PT. Prima Dito Nusantara,

PT. Caritas Energi Indonesia, dan PT. Waste. Dengan adanya evaluasi jalan angkut diharapkan dapat membantu permasalahan yang ada diperusahaan sehingga produktivitas alat angkut menjadi meningkat dan target produksi batubara tercapai.

2. Kajian Pustaka

Secara Geografis wilayah Kabupaten Sarolangun terletak pada posisi 102° 03'39" sampai 103° 13'17" BT dan antara 01° 53'39" LS sampai 02° 46'24" LS (*Meridian Greenwich*).



Gambar 1. Letak Geografis

Keadaan topografi wilayah Kabupaten Sarolangun bervariasi, mulai dari datar, bergelombang sampai berbukit-bukit. Wilayah bagian utara umumnya datar hingga bergelombang, wilayah bagian timur datar bergelombang dan wilayah bagian selatan berbukit-bukit, sedangkan wilayah bagian barat datar bergelombang. Topografi wilayah Kabupaten Sarolangun terdiri dari dataran (0-2%) seluas 167.891 Ha, bergelombang (3-15%) seluas 272.412 Ha, Curam (16-40%) seluas 78.090 Ha dan sangat curam (40%) seluas 99.090 Ha.

Fungsi utama jalan angkut tambang 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^[1].

2.1 Lebar Jalan

Beberapa faktor penunjang dalam mengoperasikan alat angkut (*truck*) adalah kondisi dimensi jalan yang meliputi lebar, panjang, besarnya tikungan maupun kemiringan dari pada jalan angkut serta konstruksi jalan yang digunakan^[2].

2.1.1 Lebar Jalan Angkut Pada Kondisi Lurus

Lebar jalan minimum pada jalan lurus dengan jalur ganda atau lebih, menurut *The American Association of State Highway and Transportation (AASHTO) Manual Rural High Way Design 1973*, harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan^[3].

$$L_{min} = n \cdot Wt + (n + 1) \left(\frac{1}{2} \cdot Wt \right) \quad (1)$$

Keterangan :

L(min) = lebar jalan angkut minimum (m)
N = jumlah jalur
Wt = lebar alat angkut total, (m)

2.1.2 Lebar Jalan Angkut Pada Tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu dibuat lebih besar dari pada jalan lurus. Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi adanya penyimpangan lebar alat angkut yang disebabkan oleh sudut yang dibentuk oleh roda depan dengan badan truk saat melintasi tikungan^[4]. Untuk jalur ganda, lebar jalan minimum pada tikungan dihitung berdasarkan pada :

1. Lebar jejak roda.
2. Lebar jantai atau tonjolan (*overhang*) alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok.
3. Jarak antar alat angkut saat bersimpangan.
4. Jarak jalan angkut terhadap tepi jalan.

Persamaan yang digunakan adalah :

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

$$C = Z = \frac{1}{2} (U + Fa + Fb)$$

$$Fa = Ad \cdot \sin \alpha$$

$$Fb = Ab \cdot \sin \alpha$$

Keterangan :

W = lebar jalan angkut pada tikungan (m)

U = jarak jejak roda (m)

N = jumlah jalur

Fa = lebar jantai depan (m)

Fb = lebar jantai belakang (m)

Z = lebar bagian tepi jalan (m)

C = jarak antara alat angkut saat bersimpangan (m)

Ad = jarak as roda depan dengan bagian depan *dumptruck* (m)

Ab = jarak as roda belakang dengan bagian belakang *dumptruck* (m)

α = sudut penyimpangan (belok) roda depan ($^{\circ}$)

2.1.3 Jari-jari belokan dan Superelevasi

Pada saat kendaraan melalui tikungan atau belokan dengan kecepatan tertentu atau menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil, untuk mengimbangi gaya sentrifugal tersebut perlu dibuat suatu kemiringan melintang ke arah titik pusat tikungan yang disebut superelevasi^{[5][6]}. Besarnya jari-jari minimum pada jalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut: Berdasarkan rumus Superelevasi.

$$e + f = \frac{v^2}{127 \cdot R} \quad (3)$$

maka besarnya jari-jari tikungan :

$$R = \frac{V^2}{127 (e + f)} \quad (4)$$

Keterangan :

V = Kecepatan truk, km/jam

R = jari-jari tikungan, m

E = Superelevasi, m/m

f = koefisien gesek melintang, untuk kecepatan < 80 km/jam

Superelevasi adalah kemiringan melintang pada belokan jalan. Untuk menghitung besarnya kemiringan melintang dapat menggunakan rumus sebagai berikut

$$e + f = \frac{V^2}{127 \cdot R} \quad (5)$$

Keterangan :

e = Superelevasi, mm/m

f = *friction factor*

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

R = Jari-jari tikungan, (m)

untuk kecepatan rencana < 80 km/jam, maka:

f = 1 - 0,00065 v + 0,192

untuk kecepatan rencana > 80 km/jam, maka:

f = 1 - 0,00125 v + 0,24

Untuk perencanaan AASHTO menganjurkan pemakaian beberapa nilai superelevasi yaitu 0,02, 0,04, 0,06, 0,08, 0,010 dan 0,012. Untuk daerah tambang yang berupa pegunungan umumnya mengambil nilai 0,02 karena kendaraan bergerak relatif lambat.

2.1.4 Kemiringan Jalan Angkut (Grade)

Grade jalan angkut pada lokasi penambangan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut dalam mengatasi tanjakan^{[6][7]}.

Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut berkisar antara 10% - 15% atau sekitar 6°- 8,5°. Akan tetapi untuk jalan menurun atau mendaki pada lereng perbukitan lebih aman kemiringan jalan maksimum sekitar 8% atau 4,5°. Dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini. Kemiringan jalan angkut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Grade}(\%) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan :

Δh = Beda tinggi antara dua titik segmen yang diukur (meter)

Δx = Jarak antara dua titik segmen jalan diukur (meter)

2.1.5 Kemiringan Melintang (Cross Slope)

Slope adalah sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Pada umumnya jalan angkut mempunyai bentuk penampang melintang cembung. Dibuat demikian, dengan tujuan untuk memperlancar penyaliran. Apabila turun hujan atau sebab lain, maka air yang ada pada permukaan jalan akan segera mengalir ke tepi jalan angkut, tidak berhenti dan mengumpul pada permukaan jalan^[1].

2.1.6 Kemampuan Produksi Alat Angkut dan Alat Muat

Kemampuan produksi dari alat angkut dalam kegiatan pengangkutan sangat tergantung pada waktu edarnya, khususnya pada waktu pengangkutan dan waktu kembali ke lokasi pemuatan.

Kemampuan produksi *dumptruck* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Produktivitas *dumptruck* per siklus^[8]

$$q = n \times C_b \times F_f \quad (7)$$

2. Produktivitas *dumptruck* per jam.
$$Q = q \times \frac{60 \text{ menit/jam}}{c_{ta}} \times E \times \text{density} \quad (8)$$

Keterangan:

q = Produktivitas per siklus (m³)

n = Banyaknya pengisian

C_b = Kapasitas *bucket*, (m³)

F_f = *Bucket Fill Factor*, (%)

Q = Produktivitas *dumptruck*, (ton/jam)

c_{ta} = Waktu siklus *dumptruck*, (menit)

E = Efisiensi kerja (%)

Density Batubara = 1,3 (ton/ m³)

2.1.7 Fasilitas Pendukung Kelancaran Dan Keselamatan Kerja

Perawatan dan pemeliharaan jalan merupakan suatu pekerjaan yang perlu mendapatkan perhatian khusus, hal ini bertujuan untuk tidak terganggunya kegiatan operasional penambangan yang akhirnya akan mengganggu kelancaran produksi. Pada umumnya pemeliharaan jalan angkut ditekankan pada kondisi jalan dan pemeliharaan saluran air (*drainage*). Pemeliharaan jalan yang baik, tetapi pemeliharaan *drainage* yang ada kurang baik, hal tersebut tidak akan berhasil, begitu juga dengan sebaliknya.

Pada musim kemarau, lapisan permukaan akan berdebu yang sangat mengganggu kenyamanan dan kesehatan pengemudi. Sedangkan, pada musim hujan, debu tersebut akan menjadi lumpur yang mengengangi jalan dan akibatnya jalan menjadi licin. Hal ini juga akan sangat menghambat laju dari alat angkut karena pada kondisi tersebut pengemudi akan mengurangi kecepatan.

3. Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Pendekatan kuantitatif dengan metode *field reasearch* ini mengumpulkan data dengan mengidentifikasi parameter saat penelitian di lapangan atau perusahaan, dan menjadikan parameter sebagai panduan untuk mengumpulkan data sekunder yang bersumber dari perusahaan. Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan, yaitu salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk mengaplikasikan teori yang didapat dibangku perkuliahan terhadap kondisi aktual dilapangan.

Data primer yang akan diambil dalam penelitan adalah lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, *cross slope*, superelevasi, dan kemiringan jalan (*grade*). Sedangkan data sekunder yang akan diambil dalam penelitian adalah peta geologi, peta administratif, data iklim dan curah hujan lokasi penelitian serta dokumen PT. Prima Dito Nusantara.

Primer dan data sekunder yang kemudian dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian. Data primer adalah data yang diperoleh langsung pihak yang diperlukan datanya, data sekunder adalah data yang tidak diperoleh langsung dari pihak yang diperlukan datanya^[9].

Tabel 1. Kemiringan maksimum vs kecepatan (data bina marga)

V (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	< 40
Kemiringan maks (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Dalam melaksanakan penelitian ini, teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah pengambilan secara langsung ke lapangan atau perusahaan. Urutan pengumpulan data adalah sebagai berikut.

3.2.1 Studi Literatur

Dilaksanakan dengan mencari bahan – bahan pustaka yang menunjang penelitian yang diperoleh dari buku, jurnal, dan referensi lain sebagainya mengenai teknis evaluasi kondisi jalang angkut., dan laporan – laporan penelitian terdahulu yang terkait, serta informasi dari media lain seperti internet sebagai penunjang.

3.2.2 Pengamatan Langsung di Lapangan

Pengamatan langsung dilapangan meliputi orientasi lapangan di perusahaan untuk langkah awal penelitian, penentuan objek yang diteliti serta melakukan observasi ke lokasi penambangan batubara di *jobsite* KBB PT. Prima Dito Nusantara, selanjutnya dilakukan pengambilan data.

3.2.3 Pengambilan Data

Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder. Untuk data primer diambil langsung dilapangan, sedangkan untuk data sekunder didapat dari laporan perusahaan. Adapun jenis data yang diambil adalah sebagai berikut.

1. Data sekunder
 - 1) Peta topografi
 - 2) Peta administratif
 - 3) Data iklim dan curah hujan daerah penelitian
 - 4) Dokumen PT.Prima Dito Nusantara
 - 5) Data primer
2. *Layout* pembagian *segment* jalan angkut di lapangan
 - 1) Data *cycle time* alat gali muat dan alat angkut
 - 2) Lebar jalan lurus dan jalan tikungan
 - 3) Superelevasi, *cross slope*, dan *grade* jalan angkut



Gambar 2. Pengambilan dat di lapangan

3.2.4 Pengolahan Data

Teknik pengolahan data dilakukan setelah data didapatkan di lapangan. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan perhitungan dan analisis, selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, gambar dan perhitungan dalam penyelesaian masalah. Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa tahapan untuk menganalisis dan pengolahan data.

1. Analisis kondisi jalan angkut dilapangan
Analisis kondisi jalan angkut dilapangan dilakukan untuk membagi *segment* jalan angkut kemudian mengelompokkannya berdasarkan jalan lurus maupun tikungan.
2. Menghitung lebar jalan lurus dan tikungan
Menghitung lebar jalan bertujuan untuk mengetahui lebar jalan angkut aktual dilapangan kemudian membandingkan dengan lebar jalan angkut ideal.
3. Analisis Superelevasi dan *cross slope* di lapangan
Bertujuan untuk mengetahui apakah nilai Superelevasi dan *cross slope* sudah memenuhi standar berdasarkan teori.
4. Analisis kemiringan jalan (*grade*)
Bertujuan untuk mengetahui *grade* aktual di lapangan dengan membandingkannya dengan standar ideal kemiringan jalan angkut berdasarkan teori.
5. Menghitung produksi batubara
Setelah didapatkan hasil perhitungan ideal geometri jalan angkut maka dapat diketahui produksi batubara aktual di lapangan dan produksi setelah dilakukan evaluasi perbaikan jalan. Hasil analisis kemudian akan dibuat suatu rekomendasi sebagai solusi dari permasalahan yang terjadi.

3.3 Hasil yang Diharapkan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap jalan angkut yang ada, diharapkan dapat memberikan alternatif pemecahan masalah terhadap kegiatan pengangkutan batubara PT. Prima Dito Nusantara. Melalui perbaikan pada kondisi geometri jalan angkut, hasil yang diharapkan antara lain :

1. Jalan angkut dapat meningkatkan produksi dari pengangkutan.
2. Alat angkut dapat melaju dengan kecepatan yang lebih tinggi tanpa mengabaikan kecepatan maksimum yang diperbolehkan ditinjau dari sisi keselamatan kerja, sehingga waktu edar dari alat angkut dapat lebih singkat.
3. Dapat tercapainya kenyamanan dan keselamatan kerja pada kegiatan pengangkutan, baik itu terhadap pengemudi maupun alat angkut itu sendiri.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Kondisi Jalan dalam Menunjang Aktifitas Pengangkutan

Kondisi jalan dalam menunjang aktivitas pengangkutan berpengaruh terhadap kemampuan produksi dan kemampuan kerja alat, terutama berpengaruh terhadap waktu edar^[10]. Jalan angkut yang telah memenuhi persyaratan teknis mampu melayani kegiatan pengangkutan dengan waktu edar alat angkut yang semakin kecil dan produksi pengangkutan yang optimal. Sebaliknya apabila persyaratan teknis yang ada belum terpenuhi akan menyebabkan besarnya waktu edar dari alat angkut, yang pada akhirnya mempengaruhi produktifitas dari alat angkut itu sendiri. Lebar jalan angkut PT. Prima Dito Nusantara berdasarkan pengamatan di lapangan dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data jalan angkut aktual di lapangan

No	Segment	Lebar jalan aktual di lapangan (m)	
		Lurus	Tikungan
1.	1-2	6,02 m	
2.	2-3		5,20 m
3.	3-4	6,20 m	
4.	4-5	5,10 m	
5.	5-6		5,10 m
6.	6-7		12,60 m
7.	7-8	12,60 m	
8.	8-9	19,20 m	
9.	9-10	12,20 m	
10.	10-11		12,25 m
11.	11-12	12,30 m	
12.	12-13		13,07 m
13.	13-14	11,60 m	
14.	14-15		12,05 m
15.	15-16	12,05 m	
16.	16-17	13,11 m	
17.	17-18		9,05 m
18.	18-19	9,05 m	
19.	19-20	9,05 m	
20.	20-21	5,60 m	
21.	21-22		8,05 m
22.	22-23	12,03 m	
23.	23-24	7,30 m	
24.	24-25		10,05 m
25.	25-26	10,05 m	
26.	26-27		6,85 m
27.	27-28	6,92 m	

4.1.1 Lebar Jalan Angkut

Penentuan lebar jalan angkut didasarkan pada unit yang terbesar yang beroperasi pada jalan angkut yaitu jumlah jalur dikali dengan lebar *dumpruck* ditambah setengah lebar *dumpruck* untuk masing-masing tepi kiri, kanan, dan jarak antara dua *dumpruck* yang sedang berselisih^[11]. Berdasarkan spesifikasi dari alat angkut maka kita dapat menentukan lebar jalan angkut minimum.

Deketahui lebar alat angkut terbesar Nissan CWA = 2,4

$$L_{min} = n . Wt + (n + 1) \left(\frac{1}{2} . Wt \right)$$

$$L_{min} = 1 . 2,4 + (1+1) (0,5 . 2,4) = 5,28 \approx 6 \text{ m untuk satu jalur}$$

$$L_{min} = 2 . 2,4 + (2+2) (0,5 . 2,4) = 10,56 \approx 11 \text{ m untuk dua jalur}$$

Jadi, lebar jalan lurus minimum pada 1 jalur untuk truk Nissan CWA adalah 6 m. Sedangkan untuk dua jalur adalah 11 m. Berdasarkan perhitungan dapat ditentukan penambahan lebar jalan angkut. Dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Penambahan lebar pada jalan lurus

No.	Segment	Lebar aktual (m)	Standar (m)	Penambahan (m)	Ket
1.	1-2	6,02 m	11 m	4,98 m	Penambahan
2.	3-4	6,20 m	11 m	4,8 m	Penambahan
3.	4-5	5,10 m	11 m	5,9 m	Penambahan
4.	7-8	12,60 m	11 m	-	
5.	8-9	19,20 m	11 m	-	
6.	9-10	12,20 m	11 m	-	
7.	11-12	12,30 m	11 m	-	
8.	13-14	11,60 m	11 m	-	
9.	15-16	12,05 m	11 m	-	
10.	16-17	13,11 m	11 m	-	
11.	18-19	9,05 m	11 m	1,95 m	Penambahan
12.	19-20	9,05 m	11 m	1,95 m	Penambahan
13.	20-21	5,60 m	11 m	5,4 m	Penambahan
14.	22-23	12,03 m	11 m	-	
15.	23-24	7,30 m	11 m	3,7 m	Penambahan
16.	25-26	10,05 m	11 m	0,95 m	Penambahan
17.	27-28	6,92 m	11 m	4,08 m	Penambahan

Sedangkan untuk jalan tikungan berdasarkan pada spesifikasi alat angkut terbesar dapat dihitung lebar jalan angkut pada kondisi tikungan dengan menggunakan rumus.

$$F_a = A d \sin \alpha^\circ \quad F_b = A b \sin \alpha^\circ$$

$$= 1,40 \sin 34 \quad = 1,99 \sin 34$$

$$= 0,792 \quad = 1,094$$

$$C = Z = 0,5 (1,88 + 0,792 + 1,094)$$

$$= 0,5 . 3,766$$

$$= 1,883$$

$$W_{min} = n (U + F_a + F_b + Z) + C$$

$$= 1 (1,88 + 0,792 + 1,094 + 1,883) + 1,883$$

$$= 7,532 \approx 7,5 \text{ m untuk satu jalur}$$

$$W_{min} = 2 (U + F_a + F_b + Z) + C$$

$$= 2 (1,88 + 0,792 + 1,094 + 1,883) + 1,883$$

$$= 2 (5,649) + 1,883$$

$$= 15,064 \approx 15 \text{ m untuk dua jalur}$$

Jadi lebar tikungan minimum pada 1 jalur untuk truk Nissan CWA adalah 7,5 m. Sedangkan untuk dua jalur adalah 15 m.

Berdasarkan perhitungan dapat ditentukan penambahan lebar tikungan di lapangan. Dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Penambahan lebar pada tikungan

No.	Segment	Lebar (m)	Standar (m)	Penambahan (m)	Ket
1.	2-3	5,20 m	15 m	9,8 m	Penambahan
2.	5-6	5,10 m	15 m	9,9 m	Penambahan
3.	6-7	12,60 m	15 m	2,4 m	Penambahan
4.	10-11	12,25 m	15 m	2,75 m	Penambahan
5.	12-13	13,07 m	15 m	1,93 m	Penambahan
6.	14-15	12,05 m	15 m	2,95 m	Penambahan
7.	17-18	9,05 m	15 m	5,95 m	Penambahan
8.	21-22	8,05 m	15 m	6,95 m	Penambahan
9.	24-25	10,05 m	15 m	4,95 m	Penambahan
10.	26-27	6,85 m	15 m	8,15 m	Penambahan

Kenyataan yang ada di lapangan berdasarkan pengamatan dan pengukuran langsung masih ada lebar jalan angkut yang ada belum memenuhi persyaratan. Lebar jalan angkut untuk kondisi lurus bervariasi antara 5,10 m – 19,20 m. Sedangkan untuk kondisi menikung lebar jalan sama sekali tidak mengalami penambahan lebar. Kondisi seperti ini tentu akan mempertinggi waktu edar alat angkut yang melewati jalan tersebut. Sebab dengan lebar jalan yang tidak mencukupi alat angkut harus mengurangi kecepatan atau bahkan harus menunggu bila berpapasan dengan alat angkut lain. Berikut adalah gambaran *segment* jalan angkut dari *front* penambangan menuju *rom stockpile* PT. Prima Dito Nusantara.



Gambar 3. Segment Jalan Angkut Tambang

4.1.2 Superelevasi (Kemiringan Jalan Pada Tikungan)

Superelevasi adalah kemiringan badan jalan pada tikungan. Superelevasi bertujuan membantu kendaraan dalam mengatasi tikungan^[11]. Dengan Superelevasi yang ada diharapkan alat angkut tidak tergelincir pada saat melewati tikungan dengan kecepatan maksimum. Secara umum Superelevasi PT. Prima Dito Nusantara. Kecepatan rencana yang digunakan adalah kecepatan truk saat melewati tikungan tanpa membawa muatan yaitu sebesar 30 km/jam. Truk yang melaju tanpa membawa muatan (*empty*) kecepatannya sudah pasti lebih cepat dibandingkan dengan truk yang melaju dengan membawa muatan (*loaded*). Oleh karena itu, jika Superelevasi sudah mampu dilalui dengan baik oleh truk yang melaju dengan kecepatan tinggi, maka Superelevasi

tersebut sudah dapat dilalui dengan baik pula oleh truk yang melaju dengan kecepatan yang lebih lambat yaitu saat truk yang melaju dengan mengangkut muatan. Faktor gesekan dianggap nol sehingga alat angkut dapat melaju dengan nyaman tanpa adanya gaya sentrifugal. Berdasarkan pengamatan dilapangan, pada setiap tikungan yang ada pada jalan angkut belum terdapat adanya Superelevasi. Hal ini mengakibatkan tidak adanya gaya sentripetal untuk mengimbangi adanya gaya sentrifugal yang dapat mengakibatkan truk terpelanting keluar pada saat melewati tikungan. Untuk mengatasi hal tersebut maka pada setiap tikungan perlu dibuat Superelevasi dengan meninggikan bagian sisi jalan terluar dari tikungan, adapun perhitungan jari-jari dan Superelevasi dapat dilihat pada perhitungan berikut.

$$R = \frac{v^2}{127(e+f)}$$

$$= \frac{20^2}{127(0,02+0,197)}$$

$$= 15,82 \approx 16 \text{ m}$$

Jari-jari tikungan minimal yang mampu dilalui oleh truk adalah sebesar 16 m. Dari hasil pengamatan dan perhitungan dilapangan, jari – jari tikungan jalan angkut berkisar antara 18 m hingga 20 m sehingga jari – jari tikungan jalan angkut sudah memenuhi syarat. Sedangkan nilai Superelevasi dapat dihitung

Superelevasi (2 jalur)

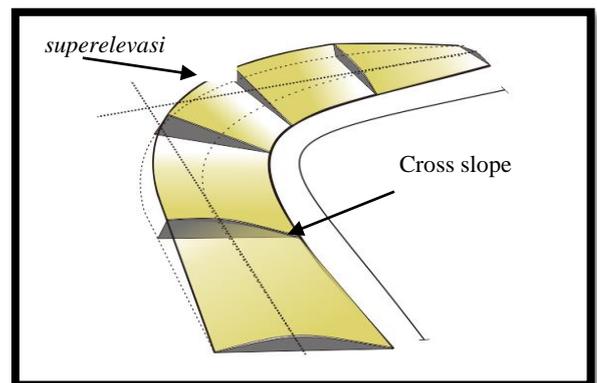
Nilai Superelevasi = 0,02 m/m

Lebar tikungan di lapangan = 5,20 meter

Beda tinggi = 0,02 m/m x 5,20 m

= 0,10 m ≈ 10 cm.

Jadi, beda tinggi yang harus dibuat antara sisi terluar jalan dengan sisi dalam jalan adalah 10 cm.



Gambar 4. Penampang melintang Superelevasi dan *cross slope*

Adapun perhitungan Superelevasi tiap *segment* tikungan jalan angkut dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Angka Superelevasi

No.	Segment	Lebar jalan angkut (m)	Superelevasi dilapangan (cm)	Superelevasi teoritis (cm)
1.	2-3	5,20 m	0	10
2.	5-6	5,10 m	0	10
3.	6-7	12,60 m	0	25
4.	10-11	12,25 m	0	24
5.	12-13	13,07 m	0	26
6.	14-15	12,05 m	0	24
7.	17-18	9,05 m	0	18
8.	21-22	8,05 m	0	16
9.	24-25	10,05 m	0	20
10.	26-27	6,85 m	0	13

Berdasarkan pengamatan di lapangan belum adanya Superelevasi yang dibuat oleh PT. Prima Dito Nusantara. Seperti terlihat pada gambar 5 berikut:



Gambar 5. Tikungan Jalan Angkut



Gambar 6. Tikungan Jalan Angkut

4.1.3 Kemiringan Jalan Angkut (grade)

Kemiringan jalan angkut PT. Prima Dito Nusantara sangat bervariasi, kemiringan jalan angkut dapat di hitung dengan:

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

Keterangan:

Δh = Beda tinggi antara dua titik segmen yang diukur (m)

Δx =Jarak antara dua titik *segment* jalan diukur (m)

Adapun untuk segmen jalan yang dihitung adalah *segment* 1-2 sampai *segment* 28-29, sehingga hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6.Tabel Jalan Angkut

Segment jalan	Jarak (Δx)	Beda Tinggi (Δh)	Grade Maksimum	Grade (%)	Ket
1-2	34,39	1,77 m	10% - 15%	5,14 %	Ideal
2-3	20,09	2,01 m	10% - 15%	10 %	Ideal
3-4	36,39	5,58 m	10% - 15%	15,33 %	Ideal
4-5	171,67	0,77 m	10% - 15%	0,44 %	Ideal
5-6	29,77	0,55 m	10% - 15%	1,84 %	Ideal
6-7	98,68	0,88 m	10% - 15%	0,89 %	Ideal
7-8	36,04	0,08 m	10% - 15%	0,22 %	Ideal
8-9	60,35	6,97 m	10% - 15%	11,54 %	Ideal
9-10	78,35	3,03 m	10% - 15%	3,86 %	Ideal
10-11	81,43	0,92 m	10% - 15%	1,12 %	Ideal
11-12	627,24	6,5 m	10% - 15%	1,03 %	Ideal
12-13	313,89	2,52 m	10% - 15%	0,80 %	Ideal
13-14	633,3	5,64 m	10% - 15%	0,89 %	Ideal
14-15	246,78	9,63 m	10% - 15%	3,90 %	Ideal
15-16	40,89	5,78 m	10% - 15%	14,13 %	Ideal
16-17	142,89	1,2 m	10% - 15%	0,83 %	Ideal
17-18	116,95	2,18 m	10% - 15%	1,86 %	Ideal
18-19	142,25	6,8 m	10% - 15%	4,78 %	Ideal
19-20	116,95	4,62 m	10% - 15%	3,95 %	Ideal
20-21	142,25	4,02 m	10% - 15%	2,82 %	Ideal
21-22	55,41	0,98 m	10% - 15%	1,76 %	Ideal
22-23	144,5	0,23 m	10% - 15%	0,15 %	Ideal
23-24	81,37	10,02 m	10% - 15%	12,31 %	Ideal
24-25	46,32	1,22 m	10% - 15%	2,63 %	Ideal
25-26	106,5	0,51 m	10% - 15%	0,47 %	Ideal
26-27	90,71	2,09 m	10% - 15%	2,30 %	Ideal
27-28	369,8	1,91 m	10% - 15%	0,51 %	Ideal

Kemiringan jalan angkut maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut *truck* berkisar antara 10%-15% atau sekitar 6°-8,5°. Akan tetapi untuk jalan naik atau turun pada lereng bukit lebih aman jika kemiringan jalan maksimum sekitar 8% (=4,8°).

Berdasarkan teori dan perhitungan, semua *segment* jalan PT. Prima Dito Nusantara sudah sesuai dengan standar kemiringan jalan angkut maksimum. Kemiringan pada jalan angkut tidak boleh luput dari perhatian, karena pada saat kondisi jalan menurun operator akan mengurangi kecepatan kendaraan apalagi pada kondisi jalan yang sempit, ini akan berpengaruh pada masa pakai rem dan ban, begitu sebaliknya ketika kondisi jalan yang menanjak akan membutuhkan *power* yang cukup besar dan pembakaran menjadi cepat dan akan mengakibatkan kebutuhan bahan bakar menjadi besar.

4.1.4 Kemiringan Melintang (cross slope)

Kemiringan melintang digunakan untuk mengatasi masalah *drainase* di atas permukaan jalan. Jalan angkut yang baik memiliki kemiringan melintang maksimum 40 mm/m, artinya setiap satu meter lebar jalan angkut ideal dibuat kemiringan melintang sebesar 40 mm atau 4%.

Nilai *cross slope* yang di rekomendasikan adalah sebesar 20-40 mm/m jarak dari bagian tepi ke bagian tengah jalan. Maka nilai *cross slope* dapat dihitung tiap *segment* jalan dengan menggunakan rumus.

$$\begin{aligned} \text{"beda tinggi" max} &= 40 \text{ mm/m} \times \left(\frac{1}{2} \times \text{lebar jalan lurus}\right) \\ \text{beda tinggi max} &= 40 \text{ mm/m} \times \left(\frac{1}{2} \times 11 \text{ m}\right) \\ &= 220 \text{ mm} \approx 22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Berarti untuk jalan angkut dengan lebar 11 m di lapangan maka harus dibuat kemiringan melintang sebesar 22 cm.

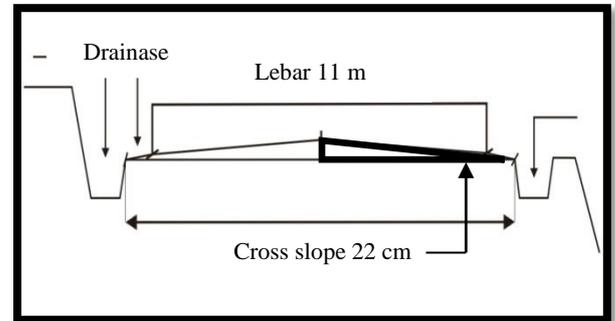
Cross slope dibuat dengan tujuan apabila ketika turun hujan atau sebab lain, maka air yang ada pada permukaan jalan akan segera mengalir ke tepi jalan angkut, tidak berhenti dan mengumpul pada permukaan jalan.

Namun kemiringan melintang yang terlalu besar juga tidak baik. Ada beberapa kemungkinan yang dapat terjadi karena kemiringan melintang yang terlalu besar, diantaranya adalah :

1. Memungkinkan terjadinya pengikisan material halus pada permukaan jalan yang dapat mengakibatkan tertinggalnya batuan di permukaan jalan angkut.
2. Memungkinkan terjadinya pembebanan berlebihan pada ban bagian luar.

3. Kestabilan kendaraan akan berkurang ketika beroperasi pada jalan angkut.

Angka *cross slope* pada jalan angkut dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal dan horisontal kebagian tengah atau pusat jalan dengan satuan mm/m. Dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Potongan Melintang *Cross Slope*

4.2 Hasil Analisa Data

Berdasarkan hasil analisa data maka dapat dibuat hasil rekapitulasi perhitungan berdasarkan teori. Dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Rekapitulasi hasil perhitungan analisa data

Segment Jalan	Lebar Jalan dilapangan (m)	Penambahan lebar jalan hasil analisa data		Grade Maksimum (%)	Analisa Grade jalan dilapangan (%)	Cross slope (cm)	Superelevasi (cm)
		Lurus (m)	Tikungan (m)				
1-2	6,02 m	4,98 m	Ideal	10%-15%	5,14 %	12 cm	
2-3	5,20 m	Ideal	9,9 m	10%-15%	10 %		10 cm
3-4	6,20 m	4,8 m	Ideal	10%-15%	15,33 %	12 cm	
4-5	5,10 m	5,9 m	Ideal	10%-15%	0,44 %	10 cm	
5-6	5,10 m	Ideal	9,9 m	10%-15%	1,84 %		10 cm
6-7	12,60 m	Ideal	2,4 m	10%-15%	0,89 %		25 cm
7-8	12,60 m	Ideal	Ideal	10%-15%	0,22 %	25 cm	
8-9	19,20 m	Ideal	Ideal	10%-15%	11,54 %	38 cm	
9-10	12,20 m	Ideal	Ideal	10%-15%	3,86 %	24 cm	
10-11	12,25 m	Ideal	2,75 m	10%-15%	1,12 %		24 cm
11-12	12,30 m	Ideal	Ideal	10%-15%	1,03 %	24 cm	
12-13	13,07 m	Ideal	Ideal	10%-15%	0,80 %	23 cm	
13-14	11,60 m	Ideal	1,93 m	10%-15%	0,89 %		26 cm
14-15	12,05 m	Ideal	2,95 m	10%-15%	3,90 %		24 cm
15-16	12,05 m	Ideal	Ideal	10%-15%	14,13 %	24 cm	
16-17	13,11 m	Ideal	Ideal	10%-15%	0,83 %	26 cm	
17-18	9,05 m	Ideal	5,95 m	10%-15%	1,86 %		18 cm
18-19	9,05 m	1,95 m	Ideal	10%-15%	4,78 %	18 cm	
19-20	9,05 m	1,95 m	Ideal	10%-15%	3,95 %	18 cm	
20-21	5,60 m	5,4 m	Ideal	10%-15%	2,82 %	11 cm	
21-22	8,05 m	Ideal	6,95 m	10%-15%	1,76 %		16 cm
22-23	12,03 m	Ideal	Ideal	10%-15%	0,15 %	24 cm	
23-24	7,30 m	3,7 m	Ideal	10%-15%	12,31 %	14 cm	
24-25	10,05 m	Ideal	4,95 m	10%-15%	2,63 %		20 cm
25-26	10,05 m	0,95 m	Ideal	10%-15%	0,47 %	20 cm	
26-27	6,85 m	Ideal	8,15 m	10%-15%	2,30 %		13 cm
27-28	6,92 m	4,08 m	Ideal	10%-15%	0,51 %	13 cm	

4.3 Produksi Alat Angkut

PT. Prima Dito Nusantara *Job Site* KBB, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi menggunakan alat-alat mekanis dalam kegiatan penambangannya yaitu dengan menggunakan kombinasi *excavator* dan *dump truck* sebagai alat muat dan alat angkut. Jumlah fasilitas pelayanan yaitu alat muat sebanyak 1 unit melayani truk sebagai alat angkut sebanyak 13 unit. Alat muat dan alat angkut yang digunakan saat ini adalah menggunakan 1 unit *Backhoe* Komatsu PC 300 melayani 13 unit *dumptruck* yaitu *dumptruck Nissan CWB, Mitsubishi Fuso, Hino Motors Dumptruck, Sinotruck Howo, stayr Dumptruck*. Namun kenyataan dilapangan *dumptruck* yang bekerja hanya 8 unit karena keadaan kondisi *dumptruck* yang sering mengalami masalah karena kurangnya pengecekan dan perbaikan secara berkala.

Dengan mendasarkan pada hasil pengamatan dan pengukuran dilapangan, diperlukan kajian untuk meningkatkan kemampuan produksi dari alat-alat mekanis pada penambangan batubara PT. Prima Dito Nusantara agar sasaran produksi dapat tercapai.

Dari pengamatan dilapangan didapat bahwa kondisi lapangan pada saat ini pada dasarnya belum memenuhi persyaratan. Pada keadaan tertentu saat hari hujan kondisi jalan angkut menjadi licin dan bergelombang akibatnya kecepatan alat angkut menjadi lambat. Untuk itu perlu dilakukan perawatan dengan cara perataan dengan menggunakan motor *grader* secara kontinyu. Sedangkan pada musim kemarau kondisi jalan angkut selalu berdebu yang menghalangi penglihatan operator truk. Sebagai penanggulangannya dilakukan penyiraman sepanjang jalan menggunakan tangki air.

Keadaan alat yang kurang baik menjadi perhatian dimana setiap unit alat yang bekerja setiap hari tidak dapat digunakan seluruhnya karena sering mengalami masalah dalam kegiatan penambangan dan perbaikan alat memakan waktu yang cukup lama

4.3.1 Produksi Aktual Alat Angkut Di Lapangan

Dari perhitungan yang dilakukan produksi 1 unit alat angkut sebesar 62,359 ton/hari dan produksi 8 unit alat angkut sebesar 498,874 ton/hari sehingga total produksi batubara PT. Prima Dito Nusantara dalam satu bulan sebesar 9.977,48 ton/bulan. Sasaran produksi PT. Prima Dito Nusantara sebesar 15.000 ton/bulan sehingga targer produksi belum tercapai. Secara teoritis 1 unit alat muat sudah mampu melayani semua unit alat angkut tetapi pada lokasi penambangan terdapat jarak yang relatif jauh, efesiensi kerja yang kurang baik dan keadaan jalan angkut yang kurang ideal sehingga mempengaruhi *cycle time* alat angkut dan akhirnya produksi menjadi tidak tercapai.

4.3.2 Produksi Setelah Perbaikan Jalan Angkut

Dengan dilakukan perbaikan jalan sesuai dengan perhitungan maka nilai *cycle time* akan berkurang artinya kecepatan kendaraan dapat ditingkatkan dan

melakukan evaluasi terhadap jam kerja maka waktukerja efektif akan meningkat. Setelah dilakukan evaluasi jalan angkut dan efesiensi kerja penulis menyakini nilai *cycle time* akan berkurang 11 % dari 34,04 menit menjadi 32,31 menit, berdasarkan perhitungan produksi batubara PT. Prima Dito Nusantara adalah 16.777,79 ton/bulan artinya target produksi 15.000 ton/bulan sudah tercapai.

4.3.3 Upaya Yang Dilakukan Untuk Mencapai Target Produksi

Adapun alternatif yang dilakukan untuk meningkatkan sasaran produksi pada alat mekanis adalah :

1. Peningkatan Waktu Kerja Efektif Alat

Waktu kerja efektif merupakan waktu kerja yang digunakan untuk berproduksi tanpa adanya waktu hambatan yang dapat dihindari^{[12][13]}. Untuk mengurangi hambatan yang terjadi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Menyediakan kendaraan operasional dengan cukup, sehingga operator-operator dapat berangkat secara bersamaan, dengan cara ini diharapkan keterlambatan menuju medan kerja dapat dihindari.
- 2) Melakukan pengawasan terhadap jam kerja operator dengan ketat, dengan cara jika operator dengan sengaja melalaikan pekerjaannya pada jam kerja dikenai sanksi tertentu, sehingga akan membuat operator lebih disiplin terhadap waktu kerja.

4.4 Fasilitas Pendukung Kelancaran dan Keselamatan Kerja

4.4.1 Tanggul Pengaman (Safety Berm)

Untuk menghindari tergulingnya alat angkut pada tepi jalan dan juga untuk menghindari segala bahaya yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan peralatan, maka pada setiap tepi jalan yang berbatasan dengan tebing perlu dibuat *safety berm* atau tanggul pengaman. Berdasarkan pengamatan di lapangan, pada sepanjang jalan angkut yang berbatasan langsung dengan tebing belum terdapat *safety berm*^[14]. Hal ini akan dapat mengancam keselamatan kerja pada jalan selama kegiatan pengangkutan berlangsung. Dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Kondisi Jalan Angkut PT. Prima Dito Nusantara di Lapangan

4.4.2 Rambu-Rambu Jalan Angkut

Rambu-rambu jalan angkut dibuat dengan maksud agar dalam setiap kegiatan pengangkutan pada jalan angkut keselamatan kerja lebih terjamin. Dengan adanya rambu-rambu jalan angkut, maka akan memudahkan pengemudi dalam mengoperasikan kendaraan sesuai dengan prosedur operasi yang telah ditetapkan pada kegiatan pengangkutan. Pada setiap daerah-daerah yang berbahaya seperti tikungan tajam, tanjakan dan persimpangan di sepanjang jalan angkut yang menghubungkan *front* penambangan menuju *rom stockpile*.

Untuk lebih menjamin keamanan sehubungan dengan dioperasikannya suatu jalan angkut, maka perlu kiranya dipasang rambu-rambu sepanjang jalan angkut tersebut terutama pada tempat-tempat yang dianggap berbahaya^[15]. Rambu-rambu dipasang guna untuk keselamatan:

1. Pengemudi dan kendaraan itu sendiri
2. Binatang yang ada disekitar jalan angkut
3. Masyarakat setempat yang biasa menggunakan jalan tambang
4. Kendaraan lain yang mungkin lewat pada jalan tambang
5. Tanda adanya perempatan, pertigaan, persilangan dengan jalan umum dan lain sebagainya.

Berdasarkan pengamatan di lapangan pada sepanjang jalan angkut PT. Prima Dito Nusantara belum terdapatnya rambu-rambu jalan hal ini dapat mengganggu kelancaran dan keselamatan kerja selama kegiatan pengangkutan berlangsung. Dapat dilihat pada gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Kondisi Jalan Angkut Yang Belum Terdapat Rambu-Rambu Jalan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengamatan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut :

1. Geometri jalan angkut ideal di lapangan adalah sebagai berikut :
 - 1) Lebar jalan angkut dalam keadaan lurus adalah 11m.

- 2) Lebar jalan angkut pada tikungan adalah 15 m.
 - 3) Superelevasi yang harus dibuat yaitu beda tinggi bagian sisi jalan terluar dengan sisi bagian dalam pada tikungan untuk lebar jalan angkut 15 m adalah 30 cm.
 - 4) *Cross slope* beda tinggi yang harus dibuat antara bagian tengah jalan angkut dengan bagian tepi jalan angkut untuk lebar jalan 11 m adalah 22 cm.
 - 5) Kemiringan jalan angkut (*grade*) adalah 15 %.
2. Hasil perhitungan geometri jalan angkut didapatkan hasil sebagai berikut
 - 1) Perlu adanya perbaikan lebar jalan lurus maupun tikungan dapat dilihat pada tabel 8 dan tabel 9 berikut.

Tabel 8. Penambahan lebar pada jalan lurus

No	Segment	Lebar aktual (meter)	Standar (meter)	Penambahan (meter)	Ket
1.	1-2	6,02m	11 m	4,98 m	Penambahan
2.	3-4	6,20 m	11 m	4,8 m	Penambahan
3.	4-5	5,10 m	11 m	5,9 m	Penambahan
4.	7-8	12,60 m	11 m	-	
5.	8-9	19,20 m	11 m	-	
6.	9-10	12,20 m	11 m	-	
7.	11-12	12,30 m	11 m	-	
8.	13-14	11,60 m	11 m	-	
9.	15-16	12,05 m	11 m	-	
10.	16-17	13,11 m	11 m	-	
11.	18-19	9,05 m	11 m	1,95 m	Penambahan
12.	19-20	9,05 m	11 m	1,95 m	Penambahan
13.	20-21	5,60 m	11 m	5,4 m	Penambahan
14.	22-23	12,03 m	11 m	-	
15.	23-24	7,30 m	11 m	3,7 m	Penambahan
16.	25-26	10,05 m	11 m	0,95 m	Penambahan
17.	27-28	6,92 m	11 m	4,08 m	Penambahan

Tabel 9. Penambahan lebar jalan pada tikungan

No.	Segment	Lebar (meter)	Standar (meter)	Penambahan (meter)	Ket
1.	2-3	5,20 m	15 m	9,8 m	Penambahan
2.	5-6	5,10 m	15 m	9,9 m	Penambahan
3.	6-7	12,60 m	15 m	2,4 m	Penambahan
4.	10-11	12,25 m	15 m	2,75 m	Penambahan
5.	12-13	13,07 m	15 m	1,93 m	Penambahan
6.	14-15	12,05 m	15 m	2,95 m	Penambahan
7.	17-18	9,05 m	15 m	5,95 m	Penambahan
8.	21-22	8,05 m	15 m	6,95 m	Penambahan
9.	24-25	10,05 m	15 m	4,95 m	Penambahan
10.	26-27	6,85 m	15 m	8,15 m	Penambahan

3. Geometri jalan angkut PT. Prima Dito Nusantara saat ini yang digunakan dalam melakukan pengangkutan batubara dari *front* penambangan menuju *rom stockpile* perlu dilakukan pengkajian ulang dimana berdasarkan perhitungan teori, lebar jalan yang ada saat ini belum dikategorikan memenuhi standar karena beberapa *segment* jalan harus diperlebar dan belum adanya Superelevasi dan *cross slope*.

4. Sasaran produksi yang ditetapkan PT. Prima Dito Nusantara adalah sebesar 15.000 ton/bulan sedangkan produksi aktual di lapangan saat ini adalah 9.977,48 ton/bulan artinya produksi belum tercapai. Setelah dilakukan evaluasi jalan angkut dan efisiensi kerja produksi batubara menjadi meningkat menjadi 16.777,79 ton/bulan.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan rekonstruksi ulang terhadap geometri jalan yang belum memenuhi standar.
2. Peralatan dan rambu-rambu pendukung terhadap keselamatan pekerja pada jalan sangat diperlukan guna menghindari kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja disaat kegiatan pengangkutan berlangsung.
3. Perlu adanya pengawasan terhadap waktu kerja yang telah ditetapkan guna mencegah hambatan-hambatan yang terjadi selama bekerja, dengan menerapkan sistim kerja disiplin bagi operator yang melanggar peraturan sehingga waktu kerja efektif dapat berjalan seperti yang diharapkan.
4. Perlu adanya perawatan secara berkala terhadap alat-alat yang digunakan sesuai dengan waktunya, sehingga kerusakan-kerusakan yang terjadi pada alat semakin kecil dengan demikian kehilangan waktu kerja akan dapat diatasi.

Daftar Pustaka

- [1] A. Suwandhi. *Perencanaan Jalan Tambang*. Diklat perencanaan tambang terbuka. UNISBA. (2004)
- [2] Y. Indonesianto. *Pemindahan tanah mekanis*. Universitas Pembangunan “Veteran” Jogjakarta. (2006)
- [3] R. Azwari. *Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubara Menuju Stockpile Block B pada Penambangan Batubara Di PT Minemex Indonesia, Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi*. Jurnal Tenik Pertambangan. ISSN: 2460-6499. (2016)
- [4] Rifai. *Evaluasi Jalan Produksi untuk Mendapatkan Jalan yang Baik bagi Alat Angkut dari Pit ke Disposal Area PT. Manunggal Inti Artamas*: Universitas Negeri Padang. (2012)
- [5] T. Riyatno, A. Triantoro, Riswan, Y. Dinata Olla. *Evaluasi Jalan Tambang Berdasarkan Geometri dan Daya Dukung pada Lapisan Tanah Dasar Pit Tutupan Area Hightwall*. Jurnal Himasepta, **1,2** (2016)
- [6] G. Dwi Pramana, A. Sudiyanto, I. Setyowati, I. Titirariwati. *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, **1,2** (2016)
- [7] A. Ahmad. *Rencana teknis jalan angkut pada perluasan penambangan batu gamping di nusakambangan, PT Semen Cibinong Tbk Pabrik Cilacap*. Universitas Pembangunan “Veteran” Jogjakarta. (2002)
- [8] Catterpillar. *Caterpillar Performance Handbook*, Catterpillar inc. Peoria, Illinois. U.S.A. (2003)
- [9] Kuntjojo. *Metode penelitian kuantitatif*. (2009: 34)
- [10] Gepeng. *Kajian teknis evaluasi grade jalan angkut PT. Wira Penta Kencana*. (2005)
- [11] Hefni, R. Ahmad. *Kajian Teknis Geometri Jalan Hauling pada PT. Guruh Putra Bersama Site Desa Gunung Sari Kecamatan Tabang Kabupaten Kutai Kartanegara*. (2016)
- [12] A. Vendhi Prasmoro. *Optimasi Produksi Dumptruck Valvo FM 440 Dengan Metode Kapasitas Produksi Dan Teori Antrian Di Lokasi Pertambangan Batubara (Studi Pada Salah Satu Kontraktor Pertambangan Area Samarinda, Kalimantan Timur*. **4, 1** (2014)
- [14] A. Ahmad. *Rencana teknis jalan angkut pada perluasan penambangan batu gamping di nusakambangan, PT Semen Cibinong Tbk Pabrik Cilacap*. Universitas Pembangunan “Veteran” Jogjakarta. (2001)
- [15] Alifa. *Optimasi alat gali muat dan alat angkut terhadap produksi batubara dengan metode kapasitas produksi dan metode teori antrian pada pit taman periode oktober 2016 unit pertambangan tanjung enim PT. Bukit Asam (persero) tbk*. Universitas negeri padang. (2018)