

**OPTIMALISASI KECEPATAN DUMPTRUCK CATERPILLAR 789B
PADA KEGIATAN PENGANGKUTAN LAPISAN TANAH PENUTUP
DI PIT PINANG SOUTH DEPARTMENT JUPITER
PT KALTIM PRIMA COAL SANGATTA
KALIMANTAN TIMUR**

Oleh:

Lukman Yunianto

Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta
No.Hp: 081325374057, Email: lukmanyunianto13@gmail.com

RINGKASAN

Kegiatan pengupasan lapisan penutup di Pit Pinang South berlangsung pada *loading point* panel 3 yang kemudian diangkut menuju *dumping point* Bimasakti dengan jarak 1,8 kilometer. Alat gali muat yang digunakan adalah *backhoe* Hitachi EX3600B dengan kombinasi alat angkut *dumptruck* Caterpillar 789B dengan jumlah 8 unit.

Kecepatan aktual pada kegiatan pengangkutan pada bulan April 2017 adalah sebesar 13,61 km/jam, sedangkan kecepatan rencana dari *Department* Jupiter sebesar 17 km/jam. Dari pengamatan yang dilakukan di lapangan, diperoleh beberapa faktor penyebab kecepatan belum mencapai kecepatan rencana, yaitu:

1. Kondisi geometri jalan angkut yang belum memenuhi standar, seperti lebar jalan lurus yang kurang dari 27 meter dan lebar jalan pada tikungan kurang dari 30 meter.
2. Besarnya nilai tahanan kemiringan (*grade resistance*) dan tahanan gelinding (*rolling resistance*) pada beberapa segmen, yang menyebabkan kecepatan tidak dapat ditingkatkan karena tidak terdapat nilai sisa *rimpull* untuk percepatan.

Maka dari itu kecepatan pada kegiatan di Pit Pinang South perlu dioptimalkan dengan melakukan perbaikan geometri jalan dan perbaikan permukaan jalan angkut dengan merawat serta melakukan perkerasan dan pelapisan jalan angkut yang mengalami kerusakan, sehingga *rimpull* yang tersisa lebih banyak. Dari hasil analisis perbaikan kedua masalah tersebut, dengan menggunakan analisis *performance chart* dan *retarder chart*, dapat diperoleh kecepatan rata-rata sebesar 17,02 km/jam. Peningkatan kecepatan pada kegiatan pengangkutan tersebut menyebabkan waktu edar yang sebelumnya 1.284 detik (21,4 menit) menjadi 1.060 detik (17,6 menit), sehingga terjadi peningkatan produksi dari 1.333,95 BCM/jam menjadi 1.616 BCM/jam.

Kata kunci : Kecepatan, Jalan Angkut, *rimpull*

ABSTRACT

Overburden stripping activities at Pit Pinang South was carried out in Panel 3 loading point to Bimasakti dumping point with a distance of 1,8 kilometers. They using backhoe Hitachi EX3600B to loading materials and 8 dumptruck Caterpillar 789B to transport material to Bimasakti dumping point.

Actual average speed of haulage activity in April 2017 was 13,61 km/hours, while the plan average speed is 17 km/hour. From the field observations, several factors that cause speed has not reached plan average speed are:

1. *Haulroad geometry, such as a straight road width of less than 27 meters and road width at bend less than 30 meters.*
2. *The high value of the grade resistance and rolling resistance in some segments, which causes the speed can not be increased because there is no residual value of rimpull for acceleration.*

Therefore the speed at the activities in Pit Pinang South needs to be optimized. From the analysis of the improvement of both problems, using performance chart analysis and retarder chart, can be obtained average speed of 17.02 km / hour. Increase average travel speed can reduce the cycle time from 1.284 seconds (21,4 minutes) to 1.060 seconds (17,6 minutes), so the production of overburden will increase from 1.333,95 BCM/hours to 1.616 BCM/hours.

Keyword : Travel speed, Haul Road, Rimpull

I. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Kegiatan pengupasan material penutup dilakukan pada *loading pont* Panel 3 Pit Pinang South menuju *dumping point* Bimasakti. Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan alat gali muat tipe *backhoe* Hitachi EX3600B dikombinasikan dengan alat angkut *dumptruck* Caterpillar 789B. Geometri dan kondisi jalan angkut yang belum sesuai dengan standart perusahaan akan menyebabkan kurang optimalnya kinerja alat angkut dalam kegiatan pengangkutan, sehingga mempengaruhi waktu edar *dumptruck* pada saat kondisi bermuatan dan kembali kosong.

Kecepatan aktual pada bulan April 2017 adalah 13,61 km/jam, sedangkan kecepatan rata-rata rencana pada tahun 2017 sebesar 17 km/jam dengan batas kecepatan maksimum sebesar 40 km/jam. Maka dari itu perlu dilakukan pengoptimalan kecepatan *dumptruck* Caterpillar 789B untuk mengurangi waktu pengangkutan dengan upaya melakukan perbaikan pada kondisi serta geometri jalan angkut yang terletak di Pit Pinang South, *Department* Jupiter, PT. Kaltim Prima Coal.

1.2. PERMASALAHAN

Permasalahan yang terjadi di Pit Pinang South adalah kecepatan rata-rata *dumptruck* Caterpillar 789B yang belum tercapai sesuai rencana yang disebabkan oleh kondisi dan geometri jalan angkut yang belum sesuai dengan standar perusahaan dan spesifikasi alat angkut, sehingga kecepatan rata-rata di Pit Pinang South perlu dioptimalkan, agar waktu pengangkutan pada kondisi bermuatan dan kembali kosong dapat berkurang.

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengevaluasi kondisi jalan tambang yang berpengaruh terhadap kegiatan pengangkutan lapisan tanah penutup.
2. Menganalisis penyebab kurang optimalnya kecepatan rata-rata dari *dumptruck* Caterpillar 789B pada kegiatan pengangkutan lapisan tanah penutup.
3. Melakukan upaya pengoptimalan kecepatan rata-rata *dumptruck* Caterpillar 789B pada kegiatan pengangkutan lapisan tanah penutup.

1.4. BATASAN MASALAH

Penelitian ini dibatasi hal – hal sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan di Pit Pinang South Panel 3 menuju *dumping point* Bimasakti dengan menggunakan alat angkut *dumptruck* Caterpillar 789B.

2. Kegiatan penelitian dilakukan pada kegiatan pengangkutan lapisan tanah penutup.
3. Tidak mengkaitkan dengan target produksi dan biaya operasi.
4. Perhitungan efisiensi kerja menggunakan parameter waktu kerja tersedia dan hambatan-hambatan yang terjadi di lapangan.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai acuan oleh *Department* Jupiter PT. Kaltim Prima Coal dengan tujuan pencapaian target kecepatan rata-rata dan menurunkan waktu edar sehingga produksi dapat meningkat.

II. TINJAUAN UMUM

2.1. Lokasi dan Kesempaian Daerah

Secara astronomis koordinat PT. Kaltim Prima Coal terletak pada 117° 19' 23" BT – 117° 42' 05" BT dan 0° 31'29" LU – 0° 58'47" LU. Terdapat beberapa alternatif rute perjalanan yang dapat ditempuh dari kota Balikpapan untuk mencapai lokasi PT. Kaltim Prima Coal yaitu sebagai berikut (lihat Gambar 2.1) :

- i. Melalui rute darat : Balikpapan - Samarinda dengan jarak 116 km, Samarinda - Simpang Bontang dengan jarak 120 km, Simpang Bontang – Sangatta dengan jarak 65 km. Dengan total jarak 301 km. Kondisi jalan aspal dan dapat dilalui dengan kendaraan roda dua dan roda empat.
- ii. Melalui rute udara : Balikpapan – Sangatta dapat ditempuh dengan pesawat Cassa dari bandara Sepinggian Balikpapan ke bandara Tanjung Bara di Sangatta selama 45 menit.

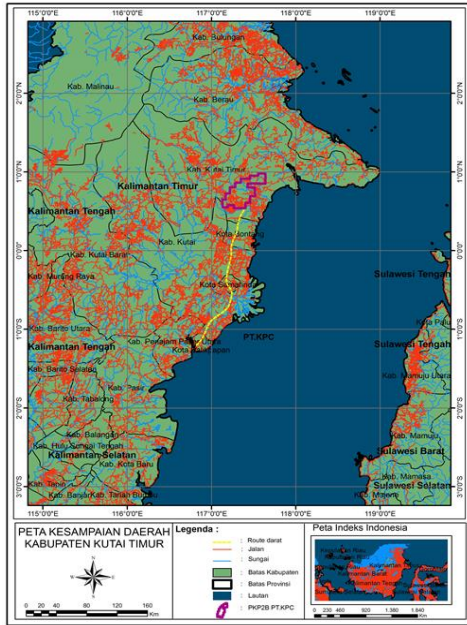
PT. Kaltim Prima Coal memiliki dua area penambangan batubara yakni di Kecamatan Sangatta yang berjarak kurang lebih 20 km dari Selat Makassar dan di Kecamatan Bengalon yang berjarak kurang lebih 50 km dari Kecamatan Sangatta. Kedua area penambangan tersebut terletak di Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Secara administratif, wilayah PT. Kaltim Prima Coal berbatasan dengan :

Utara : Kabupaten Berau

Timur : Selat Makassar

Selatan : Kota Bontang

Barat : Provinsi Kalimantan Barat



Gambar 2.1

Peta Kesampaian Daerah PT. Kaltim Prima Coal

III. HASIL PENELITIAN

3.1. Lokasi Area Penelitian

Pada kegiatan pengupasan lapisan penutup, alat gali muat yang digunakan adalah 1 unit backhoe Hitachi EX3600B dengan kapasitas 33m³ dan 8 dumptruck Caterpillar 789B dengan kapasitas 105 m³. Penelitian langsung yang dilakukan di Pit Pinang South berada di lokasi loading point Panel 3 menuju Bimasakti dumping point (lihat Gambar 4.3). Lokasi ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena terdapat permasalahan pada kondisi jalan angkut dan kecepatan pengangkutan.

3.2. Kegiatan Umum Pengupasan Lapisan Tanah Penutup

Kegiatan umum pengupasan lapisan tanah penutup di Pit Pinang South Panel 3 terdiri dari kegiatan pengupasan dan pemuatan, pengangkutan lapisan tanah penutup, dan kegiatan penimbunan di dumping point Bimasakti.

3.2.1. Kegiatan Pengupasan dan Pemuatan

Kegiatan pengupasan dan pemuatan lapisan penutup menggunakan backhoe Hitachi EX3600B, setelah dilakukan kegiatan pengupasan, lapisan tanah penutup tersebut dimuat oleh backhoe Hitachi EX3600B ke dumptruck Caterpillar 789B. Metode pemuatan berdasarkan penempatan posisi dumptruck yang digunakan pada pit Pinang South adalah single back up dan double back up. Metode pemuatan single back up dan double back up diaplikasikan pada alat gali muat Backhoe Hitachi EX3600B tergantung pada kondisi loading point pada saat itu.

Kondisi area pemuatan pada lokasi loading point panel 3 masih sering dijumpai adanya undulasi dan tidak rata permukaan pada area loading point, hal tersebut dikarenakan kondisi material yang dimuat oleh backhoe Hitachi EX3600B banyak yang tumpah kemudian terlindas oleh dumptruck. (lihat Gambar 4.1).



Gambar 4.1
Kondisi Loading Point

3.2.2. Kegiatan Pengangkutan

Pada kegiatan pengangkutan, jalan angkut yang digunakan untuk kegiatan pengangkutan tanah penutup dari loading point Panel 3 menuju Bimasakti dumping point masih sering dijumpai adanya undulasi, jalan bergelombang, serta jalan yang amblas, sehingga menghambat proses pengangkutan dan memperlambat laju dumptruck. Caterpillar 789B (lihat Gambar 4.4)



Gambar 4.2
Kondisi Jalan Angkut

3.2.3. Kegiatan Penimbunan

Material tanah penutup yang telah diangkut oleh dumptruck, kemudian akan ditumpahkan pada area penimbunan. Penimbunan material dilakukan secara in pit yaitu area penimbunan berada didalam lokasi penambangan. Setelah dilakukan penimbunan di area ini, kemudian dilakukan kegiatan perataan dan pemadatan terhadap material tersebut.



Gambar 4.3
Kondisi Area Penimbunan

3.3. Keadaan Umum Lokasi

3.3.1. Geometri Jalan Angkut

Geometri jalan angkut pada penelitian ini meliputi lebar jalan lurus, lebar jalan di tikungan, kemiringan jalan, serta superelevasi jalan angkut pada tikungan.

Dalam pengukuran geometri jalan angkut, dibagi menjadi beberapa segmen jalan angkut sebanyak 15 segmen

1. Lebar Jalan Angkut

Jalan angkut yang terdapat di lokasi penambangan merupakan jalan angkut dua jalur yang menghubungkan dari loading point menuju dumping point. Menurut kondisinya, jalan angkut dibedakan menjadi jalan lurus dan jalan tikungan.

a. Lebar Jalan Lurus

Berdasarkan pengukuran di lapangan, pada bagian jalan yang relatif lurus mempunyai lebar jalan rata-rata sebesar 25,78 m. Lebar jalan terbesar adalah 30,68 m pada segmen M dan lebar jalan tersempit adalah 17,92 m pada segmen L (lihat Tabel 3.1).

b. Lebar Jalan di Tikungan

Berdasarkan pengamatan di lapangan, saat ini terdapat tiga tikungan pada jalan angkut, dapat dilihat pada gambar 4.4, diantaranya ; pada segmen C-D dengan lebar tikungan 29,22 m, segmen J-K dengan lebar tikungan 40,65 m, dan segmen N-O dengan lebar tikungan 31,54 m (lihat Tabel 3.1).

Tabel 3.1
Geometri Jalan Angkut

Segmen	Elevasi (m)	Beda Tinggi (m)	Jarak Datar (m)	Lebar total(m)	Lebar (m)	Kemiringan (%)	Lebar jalan tikungan (m)
A-B	19,13	1,2	124,49	124,49	25,36	0,96	
B-C	20,33	12,54	94,6	219,09	24,62	13,26	
C-D	32,87	-1,19	54,78	273,87	29,22	-2,17	29,22
D-E	31,68	2,32	98,51	372,38	27,36	2,36	
E-F	34	8,3	125,27	497,65	27,57	6,63	
F-G	42,3	4,2	151,94	649,59	24,24	2,76	
G-H	46,5	6,9	94,21	743,8	29,1	7,32	
H-I	53,4	6,92	116,45	860,25	25,05	5,94	
I-J	60,32	6,77	104,77	965,02	25,77	6,46	
J-K	67,09	10	141,06	1106,08	40,65	7,09	40,65
K-L	77,09	5,39	103,09	1209,17	17,92	5,23	
L-M	82,48	17,4	144,18	1353,35	30,68	12,07	
M-N	99,88	11	193,76	1547,11	30,38	5,68	
N-O	110,88	3,91	110,58	1657,69	31,54	3,54	31,54
O-P	114,79	10,79	141,69	1799,38	25,67	7,62	
Total Jarak			1799,38	Rata2	25,78	5,98	

2. Kemiringan Jalan Angkut

Kemiringan jalan angkut pada lokasi penambangan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut dalam mengatasi tanjakan. Pada saat penelitian dilakukan grade jalaln angkut rata-rata yaitu 5,81 % (lihat Lampiran B) . Untuk lebih jelas mengenai keadaan jalan angkut pada saat penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

3. Superelevasi dan Jari-jari Tikungan

Terdapat 3 tikungan pada lokasi peneltian, yaitu Segmen C-D, J-K dan NO, dengan nilai *superelevasi* terbesar yaitu 0,02 m/m pada segmen N-O dan nilai *superelevasi* terkecil yaitu 0,04 m/m pada segmen J-K (lihat Tabel 3.2).

Tabel 3.2
Superelevasi dan Jari-jari Tikungan

Tikungan	Segmen	Nilai <i>superelevasi</i> (m/m)	Lebar Rata-rata (m)	Beda tinggi (m)	Jari-jari tikungan (m)
T1	C-D	0,016	29,22	0,46	36,86
T2	J-K	0,004	40,65	0,15	64,92
T3	N-O	0,02	31,54	0,68	40,01

3.3.2. Daya Dukung Jalan Angkut

Tanah dasar (*subgrade*) yang terdapat di Pit Pinang South, Department Jupiter PT Kaltim Prima Coal adalah tanah lempung pasir yang termasuk dalam kategori *hard dry consolidated* yang memiliki daya dukung material sebesar 10.000 lb/ft² (lihat Tabel 3.2), sedangkan berat beban pada roda depan dan roda belakang yang diterima oleh jalan angkut adalah 14.411,5 lb/ft²

3.3.3. Pendukung Keamanan dan Keselamatan Kerja pada Jalan Angkut

Faktor-faktor pendukung keselamatan kerja yang dimaksud adalah sesuatu yang berkaitan antara keadaan jalan dengan kegiatan pengangkutan. Faktor-faktor yang menunjang seperti rambu-rambu jalan, pengaman tepi jalan, serta pada jarak pandang dan jarak berhenti dari operator alat angkut.

1. Rambu-rambu Jalan Angkut

Rambu-rambu ini dibuat dengan maksud agar dalam kegiatan pengangkutan pada jalan angkut keselamatan kerja tetap terjamin. Dengan adanya rambu-rambu jalan angkut , maka pengemudi akan lebih waspada pada saat melewati jalan tersebut.

2. Tanggul Pengaman (Bund Wall)

Untuk menghindari tergulirnya alat angkut pada tepi jalan dan juga untuk menghindari segala bahaya yang dapat mengancam pekerja dan peralatan, maka pada setiap tepi jalan yang berbatasan dengan tebing perlu dibuat bund wall atau tanggul pengaman. Berdasarkan pengamatan di lapangan tinggi bund wall setinggi 2 meter dengan lebar bagian bawah 3,7 meter.

3. Perawatan Jalan Angkut

Berdasarkan pengamatan di lapangan, kegiatan perawatan jalan terdiri dari dua kegiatan

a. Penyiraman jalan angkut

Kegiatan ini dilakukan pada saat kondisi jalan berdebu menggunakan dumptruck Caterpillar 785B dengan bak yang sudah dimodifikasi sehingga dapat diisi air. Air yang diisi berasal dari stasiun pengisian air yang terletak dekat dengan fuel station.

b. Perataan jalan angkut

Kegiatan perataan jalan angkut ini biasanya menggunakan motorgrader, hal ini dilakukan jika kondisi jalan terdapat undulasi dan amblasan, motorgrader bergerak secara kontinu agar jalan tambang terawat dengan baik.

Selain menggunakan motorgrader, perawatan jalan juga menggunakan bantuan bulldozer, kegiatan ini dilakukan saat kegiatan filling material pada jalan angkut yang rusak. Jalan yang sudah di filling kemudian diratakan oleh bulldozer.

Apabila terdapat jalan yang rusak dikarenakan hujan, bulldozer dan motorgrader bekerja secara bersamaan dalam melakukan kegiatan perawatan. Pertama, bulldozer melakukan scrap lapisan permukaan tanah yang basah karena hujan, kemudian motorgrader membantu dalam kegiatan grading material agar jalan menjadi rata kembali.

3.4. Kemampuan Produksi Alat Angkut

Perhitungan produksi alat angkut dipengaruhi oleh waktu edar dan efisiensi kerja dari *dumptruck* saat kegiatan pengangkutan lapisan tanah penutup. Pada lokasi pemuatan lapisan penutup dari *loading point* Panel 3 menuju lokasi disposal, pengangkutan lapisan penutup dilayani oleh 8 unit *dumptruck* Caterpillar 789B. Data aktual perusahaan mengenai produksi alat angkut *dumptruck* Caterpillar 789B adalah 1.333,95 BCM/jam

3.4.1. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh suatu alat mekanis untuk melakukan kegiatan tertentu dari awal sampai akhir dan siap memulai lagi. Kegiatan pengamatan waktu edar dilakukan pada saat alat gali - muat memproduksi melayani alat angkut di *front* penambangan. Kondisi jalan angkut, kondisi tempat kerja, dan kondisi alat yang digunakan sangat mempengaruhi waktu edar dari alat angkut pada kegiatan pengangkutan lapisan tanah penutup (lihat Tabel 3.3).

Tabel 3.3
Waktu Edar Alat Angkut (detik)

<i>Dumptruck</i> Caterpillar 789B	
Siklus Produksi	Waktu
Mengambil Posisi Muat	29
Muat	147
Jalan Bermuatan	586
Mengambil Posisi Menumpahkan	25
Menumpahkan	24
Kembali Kosong	366
Delay	72
Cycle Time	1.284

3.4.2. Waktu Kerja Efektif dan Efisiensi Kerja

Dalam pengaturan kegiatan kerja, PT. Kaltim Prima Coal telah menetapkan jadwal waktu kerja yaitu berdasarkan satu hari kerja. Kegiatan operasi produksi dilakukan dalam 2 shift per hari selama 7 hari kerja. Untuk lebih jelasnya jadwal kerja PT. Kaltim Prima Coal dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4
Jadwal Kerja PT. Kaltim Prima Coal

Hari Kerja	Waktu Kerja		Total Jam Kerja
	Shift 1	Shift 2	
Senin	07.00-12.00 dan 13.00-19.00	19.00-00.00 dan 01.00-07.00	22
Selasa	07.00-12.00 dan 13.00-19.00	19.00-00.00 dan 01.00-07.00	22
Rabu	07.00-12.00 dan 13.00-19.00	19.00-00.00 dan 01.00-07.00	22
Kamis	07.00-12.00 dan 13.00-19.00	19.00-00.00 dan 01.00-07.00	22
Jumat	07.00-11.00 dan 13.30-19.00	19.00-00.00 dan 01.00-07.00	20,5
Sabtu	07.00-12.00 dan 13.00-19.00	19.00-00.00 dan 01.00-07.00	22
Minggu	07.00-12.00 dan 13.00-19.00	19.00-00.00 dan 01.00-07.00	22
	Jumlah		152,5

Dari tabel diatas jumlah waktu kerja normal rata-rata perhari dalam 1 minggu, yaitu 21,78 jam/hari

Adapun hambatan yang didapat selama penelitian untuk alat gali - muat maupun alat angkut antara lain sebagai berikut (lihat Tabel 3.5):

Tabl 3.5
Hambatan Kerja Alat

Jenis Alat	Hitachi EX3600B (menit)	Caterpillar 789B (menit)
Hambatan yang dapat ditekankan		
Terlambat awal shift	26	28
Istirahat siang terlalu cepat	28	27
Istirahat siang terlalu lama	21	23
Keperluan operator	23	21
Berhenti kerja terlalu awal	27	25
Hambatan yang tidak dapat ditekankan		
Pemeriksaan harian	10	10
Kerusakan alat	39	30
Hujan	45	45
Perbaikan front kerja	43	43
Istirahat sejenak/ <i>coffee break</i>	30	30
Pengisian bahan bakar	-	20
Total	292	302

Efisiensi kerja alat angkut *Dumptruck* Caterpillar 789B sebesar 73,19%

3.5. Faktor yang Mempengaruhi Kecepatan *Dumptruck* Caterpillar 789B

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan *dumptruck* Caterpillar 789B dalam kegiatan pengangkutan lapisan tanah penutup adalah rolling resistance (tahanan gelinding) dan grade resistance (tahanan kemiringan) yang akan mempengaruhi sisa rimpull untuk percepatan

3.5.1. Rimpull

Dengan memasukkan parameter daya tarik alat angkut, efisiensi mesin dan kecepatan pada masing-masing gear alat angkut sesuai dengan spesifikasi alat (lihat Lampiran H), maka dapat diperoleh Rimpull yang tersedia pada setiap gear alat angkut.

Tabel 3.6
Rimpull Pada Setiap Gear Alat Angkut Caterpillar 789B

Gear	Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (mph)	Rimpull (lb)
1	12	7,5	76.500
2	16,2	10,1	56.806,93
3	22	13,7	41.879,56
4	29,7	18,5	31.013,51
5	40,3	25	22.950
6	54,4	33,8	16.974,85

Besarnya rimpull disesuaikan dengan beban yang diterima alat angkut, kecepatan pada setiap gear, efisiensi alat angkut dan tenaga mesin. Alat angkut Caterpillar dengan berat total 317,52 ton memiliki rimpull terbesar pada gear pertama yaitu 76.500 lb. Semakin besar beban dan hambatan yang diterima oleh alat angkut, semakin besar pula rimpull yang digunakan, begitu juga sebaliknya.

3.5.2. Rolling Resistance dan Grade Resistance

Rolling resistance (Tahanan gelinding) dan grade resistance (tahanan kemiringan) alat angkut pada setiap segmen jalan berbeda-beda, terdapat beberapa segmen jalan yang menunjukkan amblasan roda yang relatif dalam serta kemiringan jalan yang lebih besar dari 8%. Semakin dalam amblasan akan meningkatkan nilai rolling resistance, begitu juga semakin tinggi kemiringan nilai grade resistance semakin besar

Tabel 3.7
Tahanan Gelinding dan Tahanan Kemiringan Caterpillar 789B

Segmen	Grade (%)		GR (lb ton)		Amblasan (cm)		RR (lb ton)		RR truck (%)	
	bermuatan	kembali kosong	bermuatan	kembali kosong	bermuatan	kembali kosong	bermuatan	kembali kosong	muatan	kembali kosong
A-B	0,96	-0,96	19,28	-19,28	10,00	5,56	104,35	56,00	5,22	2,80
B-C	13,26	-13,26	265,12	-265,12	10,00	6,64	104,35	62,77	5,22	3,14
C-D	-2,17	2,17	-43,45	43,45	8,00	3,45	88,76	55,32	4,44	2,77
D-E	2,36	-2,36	47,10	-47,10	7,10	7,40	81,75	67,52	4,09	3,38
E-F	6,64	-6,64	132,83	-132,83	6,00	4,50	73,17	49,37	3,66	2,47
F-G	2,76	-2,76	55,28	-55,28	5,00	3,70	65,38	44,36	3,27	2,22
G-H	7,30	-7,30	146,06	-146,06	5,00	5,60	65,38	56,26	3,27	2,81
H-I	5,94	-5,94	118,85	-118,85	7,00	6,60	80,97	62,51	4,05	3,13
I-J	6,46	-6,46	129,24	-129,24	8,00	5,50	88,76	55,63	4,44	2,78
J-K	7,08	-7,08	141,64	-141,64	8,00	5,60	88,76	56,26	4,44	2,81
K-L	5,23	-5,23	104,57	-104,57	6,00	5,40	73,17	55,00	3,66	2,75
L-M	12,07	-12,07	241,36	-241,36	5,00	5,40	65,38	55,00	3,27	2,75
M-N	5,16	-5,16	103,12	-103,12	8,00	6,20	88,76	60,01	4,44	3,00
N-O	3,54	-3,54	70,72	-70,72	9,00	7,60	96,56	68,77	4,83	3,44
O-P	7,62	-7,62	152,40	-152,40	11,00	7,50	112,13	68,15	5,61	3,41

3.6. Kebutuhan Rimpull Untuk Percepatan

Apabila tidak terdapat kelebihan rimpull, maka laju kendaraan tidak dapat di percepat. Berdasarkan perhitungan sisa rimpull akibat tahanan kemiringan dan tahanan gelinding, diperoleh nilai sisa rimpull akibat tahanan-tahanan tersebut (lihat Lampiran L). Nilai kebutuhan rimpull untuk percepatan dapat dilihat pada Tabel 3.8 dan Tabel 3.9.

4.4. Kecepatan Aktual *Dumptruck* Caterpillar 789B

Kecepatan alat angkut dalam kegiatan pengangkutan tanah penutup berpengaruh terhadap travel time (waktu pengangkutan dan kembali kosong) alat angkut. Perhitungan kecepatan alat angkut berdasarkan parameter jarak dan waktu tempuh saat bermuatan atau saat kondisi tidak bermuatan Data kecepatan aktual kecepatan rata-rata *dumptruck* Caterpillar 789B dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10
Data Kecepatan Rata-rata *Dumptruck* Caterpillar 789B

Jarak (km)	Loaded Travel time (detik)	Empty Travel time (detik)	Loaded Travel Speed (km/jam)	Empty Travel Speed (km/jam)	Kecepatan Rata-rata (km/jam)
1,8	586	366	11,08	17,51	13,61

Tabel 3.8
Kebutuhan Rimpull Untuk Percepatan Kondisi Bermuatan

Segmen	Grade	Gear	rimpull tersedia (lb)	Rimpull RR (lb)	Rimpull GR (lb)	Sisa Rimpull (lb)	Sisa Rimpull per ton (lb/ton)	Percepatan (mph/min)	Kebutuhan rimpull untuk percepatan (lb/ton)	Sisa rimpull (lb/ton)
A-B	0,96	3	41.880	33.134,04	6.121,36	2.624,17	8,26	5,07	5	3,26
B-C	13,26	1	76.500	33.134,04	84.179,72	-40.813,76	-128,54	-	-	-
C-D	-2,17	4	31.014	28.183,74	-13.795,14	16.624,91	52,36	32,12	30	22,36
D-E	2,36	2	56.807	25.956,10	14.955,77	15.895,06	50,06	30,71	30	20,06
E-F	6,64	1	76.500	23.233,43	42.177,16	11.089,41	34,93	21,42	30	4,93
F-G	2,76	3	41.880	20.758,28	17.554,09	3.567,19	11,23	6,89	10	1,23
G-H	7,30	1	76.500	20.758,28	46.375,92	9.365,80	29,50	18,09	20	9,50
H-I	5,94	1	76.500	25.708,58	37.737,03	13.054,39	41,11	25,22	30	11,11
I-J	6,46	1	76.500	28.183,74	41.034,85	7.281,42	22,93	14,07	20	2,93
J-K	7,08	1	76.500	28.183,74	44.974,12	3.342,14	10,53	6,46	5	5,53
K-L	5,23	1	76.500	23.233,43	33.202,69	20.063,87	63,19	38,76	50	13,19
L-M	12,07	1	76.500	20.758,28	76.638,20	-20.896,49	-65,81	-	-	-
M-N	5,16	1	76.500	28.183,74	32.741,79	15.574,47	49,05	30,09	30	19,05
N-O	3,54	1	76.500	30.658,89	22.454,39	23.386,72	73,65	45,18	50	23,65
O-P	7,62	1	76.500	35.609,19	48.390,05	-7.499,24	-23,62	-	-	-

Tabel 3.9
Kebutuhan *Rimpull* Untuk Percepatan Kondisi Tidak Bermuatan

Segmen	Grade	Gear	rimpull tersedia (lb)	Rimpull RR (lb)	Rimpull GR (lb)	Sisa Rimpull (lb)	Sisa Rimpull per ton (lb/ton)	Percepatan (mph/min)	Kebutuhan rimpull untuk percepatan (lb/ton)	Sisa rimpull (lb/ton)
A-B	-0,96	5	22.950	6.804,90	-2.342,47	18.487,57	152,15	35,72	50	102,15
B-C	-13,26	5	22.950	7.626,36	-32.213,22	47.536,86	391,23	91,84	300	91,23
C-D	2,17	5	22.950	6.721,23	5.279,01	10.949,75	90,12	21,15	50	40,12
D-E	-2,36	5	22.950	8.204,42	-5.723,15	20.468,74	168,46	39,55	100	68,46
E-F	-6,64	5	22.950	5.998,66	-16.140,02	33.091,36	272,34	63,93	200	72,34
F-G	-2,76	5	22.950	5.390,17	-6.717,46	24.277,28	199,80	46,90	100	99,80
G-H	-7,30	5	22.950	6.835,33	-17.746,76	33.861,44	278,68	65,42	200	78,68
H-I	-5,94	5	22.950	7.595,93	-14.440,90	29.794,97	245,21	57,56	200	45,21
I-J	-6,46	5	22.950	6.759,27	-15.702,88	31.893,62	262,49	61,62	200	62,49
J-K	-7,08	5	22.950	6.835,33	-17.210,34	33.325,01	274,27	64,38	200	74,27
K-L	-5,23	5	22.950	6.683,20	-12.705,74	28.972,53	238,45	55,97	200	38,45
L-M	-12,07	5	22.950	6.683,20	-29.327,29	45.594,09	375,24	88,09	300	75,24
M-N	-5,16	5	22.950	7.291,69	-12.529,37	28.187,68	231,99	54,46	200	31,99
N-O	-3,54	5	22.950	8.356,54	-8.592,67	23.186,13	190,82	44,80	100	90,82
O-P	-7,62	5	22.950	8.280,48	-18.505,89	33.175,41	273,04	64,09	200	73,04

IV. PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Jalan Angkut

4.1.1 Geometri Jalan Angkut

1. Lebar Jalan Lurus

Kondisi lebar jalan angkut pada jalan lurus yang menghubungkan loading point panel 3 sampai dumping point Bimasakti secara umum kurang layak untuk dilalui oleh dumptruck Caterpillar 789B, dengan lebar jalan rata-rata 25,78 meter. Secara teknis masih dibawah lebar jalan standar dumptruck Caterpillar 789B yaitu 27 meter. Untuk melakukan pelebaran jalan pada segmen yang mengalami penyempitan.

2. Lebar Jalan Angkut Pada Tikungan

Hasil perhitungan lebar jalan angkut pada tikungan minimum adalah 30 meter, secara aktual lebar jalan angkut pada tikungan paling kecil adalah 29,22 meter yaitu pada Segmen C-D, masih membutuhkan pelebaran sebesar 0,78 m. Penyebab dari penyempitan jalan angkut pada tikungan sama dengan penyebab penyempitan pada jalan lurus, yaitu dikarenakan adanya material *spillage* dari hasil *maintenance* oleh motorgrader.

3. Superelevasi dan Jari-jari Tikungan

Superelevasi dibuat agar alat angkut pada saat melewati tikungan tidak terlempar keluar dari jalan, dan untuk mengalirkan air agar tidak tergenang saat terjadi hujan. Superelevasi yang direkomendasikan oleh PT KPC adalah 0,04 m/m.

Berdasarkan kondisi aktual lapangan, diperoleh data superelevasi kurang dari 0,04 m/m pada segmen C-D (0,016 m/m), segmen J-K (0,004 m/m), segmen N-O (0,02 m/m), maka dari itu perlu ditambahkan material tanah untuk meninggikan sisi terluar dari tikungan agar superelevasi sesuai dengan standart perusahaan yaitu 0,04 m/m.

Jari-jari tikungan yang dapat dilalui oleh dumptruck Caterpillar 789B dengan rencana kecepatan 16 km/jam adalah 50 meter. Berdasarkan pengamatan aktual terdapat 2 tikungan dengan jari-jari tikungan kurang dari 50 meter, yaitu pada segmen C-D (36,86 m) dan N-O (40,01 m). Apabila radius tikungan tersebut dibawah 50 meter, maka dumptruck Caterpillar 789B tersebut pada saat melewati tikungan tersebut tidak dapat mencapai kecepatan rencana saat melewati tikungan, yaitu 16 km/jam, maka akan terdapat pengurangan kecepatan pada saat melaju melewati segmen tikungan tersebut.

4. Kemiringan (*grade*) Jalan Angkut

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan pembacaan peta topografi daerah penelitian, terdapat jalan angkut dengan kemiringan jalan yang lebih besar dari 8% yaitu pada Segmen B-C (13,26%) dan Segmen L-M dengan kemiringan sajalan sebesar 12,07%

4.1.2. Daya Dukung Jalan Angkut

Sebagai tanah dasar (*sub grade*) yang ada di daerah kerja Pit Pinang South, Department Jupiter, PT Kaltim Prima Coal merupakan tanah lempung pasiran yang termasuk dalam kategori *hard dry consolidated* yang memiliki daya dukung material sebesar 10.000 lb/ft² (lihat Tabel 3.2), sedangkan beban pada roda depan dan roda belakang yang diterima oleh jalan angkut adalah 14.411,5 lb/ft², sehingga sering terjadi amblasan pada jalan angkut jalur bermuatan.

Upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dilakukan perkerasan atau pelapisan diatas *subgrade* menggunakan *motorgrader* dengan material yang terdapat di daerah penelitian yaitu batulempung (*claystone*). Apabila terjadi kerusakan jalan yang parah dan amblasan yang sangat dalam (lebih besar dari 5cm), maka dapat dikupas badan jalan yang mengalami kerusakan sampai lapisan tanah keras, kemudian menambahkan material baru, yaitu batulempung (*claystone*). Batulempung (*claystone*) dipilih sebagai material tambahan dikarenakan banyak ditemukan di area penambangan.

4.1.3. Faktor Pendukung Keselamatan Kerja pada Jalan Angkut

Guna menunjang kelancaran dan keselamatan kerja kegiatan pengangkutan khususnya pada jalan angkut, maka perlengkapan yang mendukung untuk tercapainya kondisi tersebut harus tersedia.

4.2. Faktor Utama Penyebab Kecepatan Dumptruck Caterpillar 789B Kurang Optimal

4.2.1. Pengaruh Lebar Jalan Angkut Terhadap Kecepatan

Lebar jalan lurus yang belum memenuhi lebar jalan minimum sebesar 27 m yaitu segmen A-B (25,36 m), segmen B-C (24,62 m), segmen F-G (24,24 m), segmen H-I (25,05 m), segmen I-J (25,77 m), segmen K-L (17,92 m), dan segmen O-P (25,67 m), sedangkan lebar pada tikungan yang belum memenuhi lebar jalan minimum terdapat pada segmen C-D (29,22 m). Segmen jalan yang mengalami penyempitan akan menyebabkan *dumptruck* mengurangi kecepatan ketika berpapasan dengan *dumptruck* dari arah lain, sehingga salah satu *dumptruck* harus mengurangi

kecepatan dan akan mempengaruhi waktu edar terutama pada waktu pengangkutan.

4.2.2. Pengaruh Kemiringan Jalan Angkut Terhadap Kebutuhan Rimpull dan Kecepatan Dumptruck

Kemiringan jalan yang tinggi menyebabkan kecepatan mesin berkurang dan waktu tempuh yang semakin lama, maka dibutuhkan daya yang cukup untuk mempertahankan kecepatan, sehingga rimpull yang diperlukan cukup besar untuk mengatasi tanjakan pada jalan angkut. Berdasarkan perhitungan sisa rimpull tidak terdapat sisa rimpull untuk percepatan pada segmen jalan B-C dengan kemiringan 13,26% dan segmen jalan L-M dengan kemiringan 12,07 %, hal tersebut dikarenakan pada kedua segmen tersebut memiliki kemiringan lebih dari 8%, sehingga kebutuhan rimpull untuk mengatasi tanjakan tersebut lebih besar dari rimpull yang tersedia, maka pada segmen tersebut tidak dapat dilakukan percepatan. Apabila tidak terdapat nilai rimpull yang tersisa, maka kemampuan rimpull tersebut sudah maksimal dan tidak bisa dilakukan percepatan dan kecepatan tidak bisa ditingkatkan.

4.2.3. Pengaruh Tahanan Gelinding Jalan Angkut Terhadap Kebutuhan Rimpull dan Kecepatan Dumptruck

Semakin dalam amblasan pada permukaan jalan akan menyebabkan semakin besar nilai tahanan gelinding, maka semakin besar rimpull yang diperlukan dalam kegiatan pengangkutan lapisan tanah penutup tersebut, sehingga akan mempengaruhi laju dari dumptruck saat kegiatan pengangkutan. Amblasan sering dijumpai di lapangan dikarenakan beban pada roda depan dan roda belakang yang diterima oleh jalan angkut adalah 14.411,5 lb/ft², sedangkan daya dukung material jalan angkut sebesar 10.000 lb/ft² (lihat Lampiran D). Amblasan maksimum yang direkomendasikan oleh perusahaan adalah tidak lebih dari 5 cm (Nilai RR 100 lb/ton).

4.3. Alternatif Pengoptimalan Kecepatan Dumptruck Caterpillar 789B

4.3.1. Perbaikan Lebar Jalan Lurus dan Tikungan

Rekomendasi untuk mengatasi penyempitan jalan adalah dengan melakukan pelebaran jalan menggunakan alat mekanis *support* yang terdapat di lokasi penelitian, yaitu *backhoe* Komatsu PC-200 atau *bulldozer* pada segmen jalan tertentu yang memiliki lebar kurang dari 27 meter, dengan cara yang mendorong dengan *bulldozer* atau memindahkan material penyebab penyempitan

jalan tersebut menuju kearah luar jalan angkut dengan *backhoe*.(lihat Tabel 4.1)

Tabel 4.1
Pelebaran Jalan Angkut pada Jalan Lurus dan Tikungan

Segmen	Lebar Jalan (m)	Pelebaran Jalan (m)
A-B	25,36	1,64
B-C	24,62	2,38
C-D *	29,22	0,78
F-G	24,24	2,76
H-I	25,05	1,95
I-J	25,77	1,23
K-L	17,92	9,08
O-P	25,67	1,33

C-D* = Segmen jalan pada tikungan

Pelebaran jalan akan menyebabkan lancarnya kegiatan pengangkutan, sehingga tidak ada pengurangan kecepatan pada saat melewati segmen jalan yang lebih dari 27 meter untuk jalan lurus dan 30 meter untuk jalan tikungan, dengan elebaran jalan, kecepatan rata-rata dapat mencapai 17 km/jam sesuai dengan kecepatan rencana dari perusahaan.

4.3.2. Perbaikan Nilai Tahanan Kemiringan (Grade Resistance) dan Nilai Tahanan Gelinding (Rolling Resistance)

Berdasarkan perhitungan nilai sisa rimpull setelah perbaikan nilai tahanan gelinding, diperoleh peningkatan nilai sisa rimpull pada segmen tertentu serta peningkatan nilai sisa rimpull untuk percepatan pada jalur bermuatan segmen B-C menjadi 5,55 lb/ton, segmen K-L menjadi 3,98 lb/ton, dan segmen O-P menjadi 3,15 lb/ton, yang sebelumnya pada ketiga segmen tersebut tidak terdapat sisa rimpull, sehingga pada ketiga segmen tersebut dapat dilakukan peningkatan kecepatan (lihat Tabel 4.2).

Tabel 4.2
Nilai Sisa Rimpull Untuk Percepatan Setelah Perbaikan

Segmen	Sisa rimpull untuk percepatan Sebelum Perbaikan				Sisa rimpull untuk percepatan Setelah Perbaikan			
	Bermuatan		Kembali Kosong (lb/ton)		Bermuatan		Kembali Kosong (lb/ton)	
	Gear	Sisa rimpull (lb/ton)	Gear	Sisa rimpull (lb/ton)	Gear	Sisa rimpull (lb/ton)	Gear	Sisa rimpull
A-B	3	3,26	5	102,15	4	3,02	5	105,66
B-C	1	-	5	91,23	1	5,50	5	101,50
C-D	4	22,36	5	40,12	4	25,74	5	42,93
D-E	2	45,06	5	68,46	3	9,42	5	83,48
E-F	1	4,93	5	72,34	1	12,72	5	72,34
F-G	3	1,23	5	99,80	3	1,23	5	99,80
G-H	1	9,50	5	78,68	1	9,50	5	82,44
H-I	1	11,11	5	45,21	1	6,70	5	55,23
I-J	1	2,93	5	62,49	1	16,32	5	65,62
J-K	1	5,53	5	74,27	1	3,91	5	78,02
K-L	1	13,19	5	38,45	2	3,96	5	40,95
L-M	1	-	5	75,24	1	5,55	5	77,75
M-N	1	19,05	5	31,99	2	5,41	5	39,50
N-O	1	43,65	5	90,82	2	12,81	5	107,10
O-P	1	-	5	73,04	1	3,15	5	88,68

Dari analisis *performance chart* dan *retarder chart* tersebut, diperoleh kecepatan rata-rata aktual

sebelum dilakukan perbaikan sebesar 13,61 km/jam, setelah dilakukan alternatif perbaikan dengan mengurangi nilai tahanan gelinding dan melakukan pelebaran jalan, kecepatan rata-rata meningkat menjadi 17,02 km/jam.

Tabel 4.3
Kecepatan *Dumptruck* Caterpillar 789B
Setelah Perbaikan

Segmen	Jarak (m)	Bermuatan		Waktu (menit)	Kembali Kosong		Waktu (menit)
		gear	Speed (km/jam)		gear	Speed (km/jam)	
A-B	124,5	4	28	0,27	5	40	0,19
B-C	95,4	1	7	0,82	1	12	0,48
C-D	54,8	5	40	0,08	5	40	0,08
D-E	98,5	4	23	0,26	5	40	0,15
E-F	125,5	1	12	0,63	4	28	0,27
F-G	152,0	2	20	0,46	5	40	0,23
G-H	94,5	1	10	0,57	3	22	0,26
H-I	116,7	2	14	0,50	4	30	0,23
I-J	105,0	2	13	0,48	4	30	0,21
J-K	141,4	1	11	0,77	4	30	0,28
K-L	103,2	2	15	0,41	4	30	0,21
L-M	145,2	1	6	1,45	1	12	0,73
M-N	194,0	2	15	0,78	4	30	0,39
N-O	110,6	3	18	0,37	5	40	0,17
O-P	142,1	1	12	0,71	3	28	0,30
total	1803,5		Total	8,55		total	4,17
v rata2	17,02 km/jam						

Waktu edar sebelum perbaikan adalah 1.284 detik (21,4 menit) dengan kemampuan produksi *dumptruck* Caterpillar pada saat itu adalah sebesar 1.333,95 BCM/jam. Setelah dilakukan peningkatan kecepatan diperoleh pengurangan waktu edar sebesar 1.060 detik (17,67 menit) (lihat Lampiran R), dikarenakan terjadi pengurangan waktu pada kegiatan pengangkutan (lihat Tabel 4.4), sehingga diperoleh peningkatan produksi 8 *dumptruck* Caterpillar sebesar 1.616 BCM/jam

Tabel 4.4
Waktu Edar Alat Angkut Setelah Perbaikan

Komponen	Sebelum Perbaikan (detik)	Setelah Perbaikan (detik)
Mengambil posisi untuk dimuat	29	29
Penmuatan	147	147
Pengangkutan	586	513
Mengambil posisi untuk penempatan	25	25
Penempatan muatan	24	24
Kembali kosong	366	250
Menunggu untuk dimuat	72	72

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- Dari hasil evaluasi jalan angkut di Pit Pinang South, Department Jupiter, PT. Kaltim Prima Coal, diperoleh beberapa segmen jalan yang belum memenuhi standar, yaitu:
 - Terdapat tujuh segmen jalan lurus yang memiliki lebar dibawah lebar minimum 27

meter, yaitu segmen A-B (25,36 m), B-C (24,62 m), F-G (25,24 m), H-I (25,05 m), I-J (25,77 m), K-L (17,92 m) dan O-P (25,67 m).

- Terdapat satu segmen jalan pada tikungan dibawah lebar jalan tikungan minimum sebesar 30 meter, yaitu segmen C-D (29,22 m)
 - Kemiringan jalan maksimal adalah 8%, pada kondisi aktual terdapat dua segmen jalan yang memiliki kemiringan lebih dari 8 %, yaitu pada segmen B-C (13,26 %) dan L-M (12,07 %).
 - Daya dukung jalan angkut yang terdapat di Pit Pinang South sebesar 10.000 lb/ft², sedangkan berat beban roda yang diterima oleh jalan angkut 14.115 lb/ft². Dengan nilai daya dukung jalan angkut yang lebih kecil, maka masih sering dijumpai adanya amblasan.
- Faktor utama kecepatan *dumptruck* kurang optimal adalah kondisi geometri jalan angkut yang belum memenuhi kriteria standar serta nilai *total resistance* (nilai *grade resistance* dan *rolling resistance*) yang besar, sehingga nilai sisa *rimpull* percepatan yang tersisa untuk meningkatkan kecepatan menjadi sedikit.
 - Alternatif perbaikan untuk mengoptimalkan kecepatan adalah dengan melakukan perbaikan geometri jalan angkut yaitu perbaikan lebar jalan pada jalan lurus dan tikungan serta mengurangi amblasan jalan dengan melakukan perawatan jalan secara kontinyu agar amblasan jalan tidak lebih dari 5 cm. Dari alternatif tersebut diperoleh:
 - Lebar jalan lurus sesuai spesifikasi *dumptruck* Caterpillar 789B sebesar 27 meter dan lebar jalan pada tikungan sebesar 30 meter, sehingga kegiatan pengangkutan dapat berjalan lancar dan tidak terjadi pengurangan kecepatan pada segmen yang mengalami penyempitan jalan, sehingga mencapai kecepatan rata-rata 17 km/jam.
 - Adanya peningkatan nilai sisa *rimpull* untuk percepatan pada jalur bermuatan segmen B-C (5,55 lb/ton), K-L (3,98 lb/ton), dan segmen O-P (3,15 lb/ton), sehingga pada ketiga segmen tersebut dapat dilakukan percepatan.
 - Pengurangan waktu edar dari 1.284 detik (21,4 menit) menjadi 1.060 detik (17,6 menit) dikarenakan terdapat peningkatan kecepatan dari 13,61 km/jam menjadi 17,02 km/jam dan memenuhi dari kecepatan rata-rata rencana yaitu 17 km/jam.

- d. Peningkatan produksi *dumpruck* Caterpillar 789B dari 1.333,95 BCM/jam menjadi 1.616 BCM/jam.
9., 2017, *KPC Haulroad Manual* Prima Nirbhaya MSE 1.01, Health, Safety and Enviromental Department PT.KPC, Sangatta.

5.2. Saran

1. Meningkatkan perawatan jalan secara kontinyu agar jalan angkut terawat dan tidak terjadi amblasan.
2. Pengecekan kemiringan jalan angkut secara rutin agar dapat diketahui kemiringan jalan yang lebih dari 8%.
3. Pembersihan material *spillage* penyebab penyempitan jalan secara berkala untuk kelancaran kegiatan pengangkutan.
4. Pengawasan terhadap kegiatan pengangkutan dan perbaikan jalan lebih ditingkatkan agar kegiatan pengangkutan lapisan tanah penutup berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hartman H, 1987, *Introductory Mining Enginering*. The University of Alabama. Tuscaloska Alabama.
2. Hustrulid, W. And Kuchta M., 1998, *Open Pit Mine Planning & Design Volume I*, A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
3. Kaufman, W. Walter., 1997, *Design of Sufrface Mine Haulge Road Manua.*, Information Circulaire, United States Department of The Interioe, Bureau of Mines, Washington, USA.
4. Nichols, H.L. and Day, D.A., 1999, *Moving the Earth: The Workbook Of Excavation*, McGraw-Hill, Inc.
5. Partanto, Projosumarto, 1983, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Departemen Tambang, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
6. Peurifoy, R.L., Ledbetter, W.B., 1998. *Construction Planning Equipment and Methods*, Second Edition, The McGraw-Hill Companies Inc., New York.
7. Yanto, Indonesianto. 2013, *Pemindahan Tanah Mekanis*. Program Studi Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
8., 2001, *Caterpillar Spesification & Application Handbook*, Edition 34, Catterpillar.Inc, Peoria, Illinois, U.S.A.