

## Evaluasi Kemiringan Jalan Tambang Terhadap *Cycle Time* Alat Angkut Pada Dump Truck Hino FG 235 JJ Tambang Batu Granit Di PT Aditya Buana Inter Kabupaten Bangka

### *Grade Evaluation Of The Mine Road Towards Cycle Time Of Hino FG 235 JJ Dump Truck On The Granite Mine At PT Aditya Buana Inter Bangka Regency*

Fitra Adreansyah<sup>1</sup>, Franto<sup>1</sup>, E.P.S.B. Taman Tono<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

\*Korespondensi E-mail : [tamantono1969@gmail.com](mailto:tamantono1969@gmail.com)

#### **ABSTRAK**

PT ABI merupakan perusahaan swasta yang bergerak dibidang usaha penambangan batu granit dengan menggunakan metode tambang terbuka. Permasalahan yang ditemui yaitu terdapat kemiringan jalan tambang yang tidak sesuai dengan standar yang ditentukan oleh perusahaan yaitu  $\leq 8\%$  kemiringan jalan tambang yang tidak sesuai, membuat alat angkut menghasilkan *rimpull* yang besar sehingga mempengaruhi perolehan waktu edar secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan waktu edar *dump truck* yang diperoleh. Penelitian ini diawali dengan menghitung waktu edar secara aktual pada 2 dump truck dalam 40 kali ritase, alat angkut A memperoleh waktu 493,72 detik dan alat angkut B sebesar 495,75 detik, waktu tempuh aktual pada segmen jalan angkut yang melebihi  $\geq 8\%$  yaitu pada segmen B-C yang memiliki kemiringan (*grade*) 8,86% dengan waktu tempuh rata-rata sebesar 20,38 detik dan pada segmen C-D yang memiliki kemiringan (*grade*) 10,51% dengan waktu tempuh rata-rata 37,91 detik. Perolehan waktu edar berkurang sebesar 5 detik dari 494,73 detik menjadi 489,69 detik dengan persentase kenaikan sebesar 1,04% setelah dilakukan optimalisasi, artinya alat angkut dapat mengangkut 89 ton material lebih banyak.

**Kata kunci:** Jalan angkut, dump truck, waktu edar, *rimpull*, segmen.

#### **ABSTRACT**

*PT ABI is a private company engaged in the granite mining business using the open pit method. The problem encountered is that there is a slope of the mine road that does not comply with the standards set by the company, namely  $\leq 8\%$ , the slope of the mine road, which is not suitable, makes the truck to produce large rimpull, which affects the overall distribution time. This study aims to evaluate and optimize the dump truck cycle time obtained. This research begins by calculating the actual travel time on 2 dump trucks in 40 trips, conveyance A gets 493.72 seconds and conveyance B is 495.75 seconds, the actual travel time on the haul road segment exceeds  $\geq 8\%$ , i.e. in the B-C segment which has a grade of 8.86% with an average travel time of 20.38 seconds and in the C-D segment which has a grade of 10.51% with an average travel time of 37.91 seconds. Obtained circulation time decreased by 5 seconds from 494.73 seconds to 489.69 seconds with a percentage increase of 1.04% after optimization, meaning that the conveyance can transport 89 tons more of material.*

**Keywords:** *Hauling roads, dump trucks, cycle time, rimpull, segment.*

#### **1. Pendahuluan**

PT Aditya Buana Inter selanjutnya disebut PT ABI merupakan perusahaan swasta yang bergerak di bidang usaha penambangan dan pengolahan batu granit yang memiliki Surat Izin Usaha Pertambangan (SIUP) dengan nomor : 188.45/405/TAMBEN/2010, dan Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) Penambangan dengan cara tambang terbuka dengan luas wilayah operasi produksi seluas 40 hektar.

Geologi daerah Pulau Bangka yang berkembang berdasarkan sesar naik, sesar

mendatar dan sesar normal serta lipatan yang mempunyai variasi arah Barat Laut – Tenggara dan Timur Laut – Barat Daya hingga Utara – Selatan (Mangga dan Djamal, 1994). Struktur ini memotong semua formasi yang berada di kedua Pulau tersebut seperti: formasi Kompleks Pemali, Diabas Penyabung, Granit Klabat, Tanjung Genting dan Formasi Ranggam, kecuali Endapan Aluvium Qa.

Granit Klabat yang berupa pegmatit, menerobos mulai dari Kompleks Pemali hingga

Formasi Tanjung Genting. Menurut Sunarko dan Suntoko (2011), deformasi di daerah ini terjadi dalam tiga (3) fase, diawali pada masa Paleozoikum Akhir dengan struktur berarah Timur Laut-Barat Daya yang dicirikan dengan intrusi diabas. Pada zaman Trias (fase ke-2) Atas - Jura struktur yang terjadi berarah Barat Laut Tenggara dan kembali berarah Timur Laut-Barat Daya yang ditandai dengan Dikes Granite. Pada zaman Kapur (fase terakhir atau paling muda) struktur yang terjadi berarah Utara-Selatan.

Menurut Suwandhi (2004), alat angkut tidak dapat beroperasi secara optimal apabila kondisi jalan angkut terdapat tanjakan yang terjal yang mengakibatkan mesin membutuhkan *rimpull* yang besar, sehingga akan mempengaruhi waktu tempuh dalam proses pengangkutan, waktu tempuh yang lebih lama akan mengakibatkan waktu edar alat angkut yang lebih lama.

Menurut Zudiansyah (2015), kemiringan jalan angkut akan mempengaruhi waktu edar dari alat angkut, kemiringan yang lebih terjal mempengaruhi *rimpull* yang dibutuhkan oleh mesin mengakibatkan waktu tempuh alat angkut lebih tinggi dibandingkan dengan kemiringan yang landai.

Menurut Prodjosumarto (1993), bahwa waktu edar adalah jumlah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis baik alat gali-muat maupun alat angkut untuk melakukan satu siklus kegiatan produksi dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai lagi, untuk menghitung waktu edar alat angkut dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$C_{ta} = Ta_1 + Ta_2 + Ta_3 + Ta_4 + Ta_5 + Ta_6 \dots (1)$$

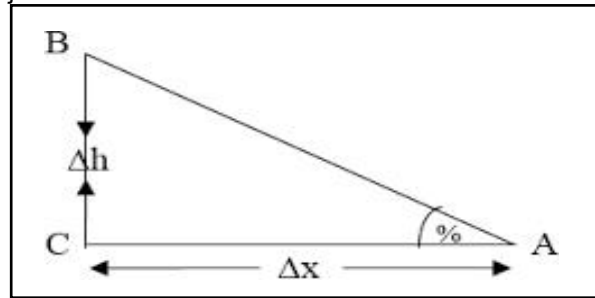
Keterangan:

- C<sub>ta</sub> = Total waktu edar alat angkut
- Ta<sub>1</sub> = Waktu diisi muatan
- Ta<sub>2</sub> = Waktu mengangkut muatan
- Ta<sub>3</sub> = Waktu manuver penumpahan muatan
- Ta<sub>4</sub> = Waktu menumpahkan muatan
- Ta<sub>5</sub> = Waktu tanpa muatan
- Ta<sub>6</sub> = Waktu manuver untuk diisi muatan

Menurut Indonesianto (2012), faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dari alat angkut jarak angkut juga harus dipertimbangkan dalam menentukan kecepatan laju alat angkut tersebut. Kecepatan laju alat angkut semakin cepat, maka produksi (*output*) alat angkut juga semakin besar. Dan ini tergantung pada gaya tarik (*rimpull*) yang tersedia pada mesin. Sedangkan gaya tarik besarnya ditentukan oleh adanya tahanan gulir (*rolling resistance*) dan tahanan tanjakan (*grade resistance*).

Menurut Peurifoy (2006) Kemiringan jalan angkut dapat berupa jalan menanjak ataupun jalan menurun, yang disebabkan perbedaan ketinggian dua titik pada jalur jalan. Kemiringan jalan dinyatakan dalam persen. Kemiringan 1% merupakan kemiringan permukaan yang

menanjak atau menurun secara vertikal dalam jarak horizontal 100 m



Gambar 1. Perhitungan kemiringan jalan (Peurifoy, 2006).

Kemampuan dalam mengatasi tanjakan untuk setiap alat angkut tidak sama, tergantung pada jenis alat angkut itu sendiri, sudut kemiringan jalan biasanya dinyatakan dalam persen. Kemiringan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Grade (\%)} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100 \% \dots (2)$$

Keterangan:

- Δh = Beda tinggi antara dua titik segmen yang diukur (m).
- Δx = Jarak datar antara dua titik segmen yang diukur (m).

Menurut Prodjosumarto (1993), kemampuan suatu alat angkut dalam mengatasi tanjakan sangat tergantung pada gaya tarik maksimum yang biasa disediakan oleh mesin untuk menarik beban yang ada pada alat angkut tersebut. Suatu gaya tarik maksimum yang biasa disediakan oleh mesin disebut dengan *rimpull*. Untuk menghitung besarnya *rimpull* digunakan rumus:

$$RP = \frac{375 \times HP \times EM}{V} \dots (3)$$

Keterangan:

- RP = Rimpul (kg atau lb)
- HP = Daya mesin (kW)
- V = Kecepatan truk (km/jam)
- EM = Efisiensi Mesin (%)

Menurut Prodjosumarto (1993), tahanan gulir didefinisikan sebagai jumlah segala gaya-gaya luar yang bekerja yang berlawanan dengan arah gerak kendaraan yang bekerja diatas permukaan jalan atau permukaan tanah pada kecepatan rendah, tahanan gulir merupakan gaya utama yang menghambat gerak kendaraan, besarnya tahanan gulir dinyatakan dalam *pounds* (lbs) dari *tractivepull* yang diperlukan untuk menggerakkan tiap *gross ton* berat kendaraan beserta isinya. angka besaran CT pada berbagai macam jalan.

Tabel 1 CT Pada Berbagai Macam Jalan.

No	Macam Jalan	Ban Karet	Crawler
1	Jalan beton yang kasar dan kering	0,80 – 1,00	0,45
2	Lempung kering	0,50 – 0,70	0,90
3	Lempung basah	0,40 – 0,50	0,70
4	Pasir basah yang bercampur kerikil	0,30 – 0,40	0,35
5	Pasir lepas dan kering	0,20 – 0,30	0,30

Tabel 2 Angka – angka *rolling resistance* pada berbagai jalan.

No	Macam Jalan	Crawler Type	Ban Karet		
			Tekanan Ban Tinggi	Tekanan Ban Rendah	Rata-Rata
1	Beton halus	55	35	50 - 60	40
2	Aspal bagus	60 – 70	40 - 65	50 - 60	45 - 60
3	Tanah keras, halus dan terawat	60 – 80	40 - 70	50 - 70	45 - 70
4	Jalan tanah, jalan konstruksi rata –rata sedikit terawat	70 – 100	90 - 100	80 - 100	65 - 100
5	Jalan tanah, lunak, rusak dan tidak terawat	80 – 110	100 - 140	70 - 100	65 - 120
6	Jalan tanah, berlumpur, rusak dan tidak ada perawatan	140 – 180	180 - 220	150 - 220	165 - 210
7	Pasir dan kerikil lepas	160 – 200	160 - 200	220 - 260	200 - 275
8	Jalan tanah, sangat berlumpur dan lunak	200 – 240	200 - 240	280 - 340	290 - 370

Menurut Rochmanhadi (1992), *rimpull* adalah besarnya kekuatan tarik yang dapat diberikan oleh mesin atau ban penggerak yang menyentuh permukaan jalur jalan, *Rimpull* yang dibutuhkan pada tiap segmen dapat dicari dengan menghitung *grade resistance* dan *rolling resistance* pada segmen tersebut, *rimpull* yang dibutuhkan pada tiap segmen dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$GR = (20 \times W \times \alpha) \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

20 = GR/1% Kemiringan

W = Berat kendaraan

α = Kemiringan (%)

Untuk mencari nilai RR dapat menggunakan persamaan berikut:

$$RR = (RR_x \times W) \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

RR = *Rolling resistance*

RR<sub>x</sub> = RR rata-rata

W = Berat kendaraan

Untuk mencari *rimpull* yang dibutuhkan pada tiap segmen, menggunakan persamaan berikut:

$$RP = (GR + RR) \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

GR = *Grade resistance*

RR = *Rolling resistance*

Waktu edar setelah dilakukan perbaikan diperoleh dari kecepatan alat angkut dari hasil perhitungan *Rimpull* yang dibutuhkan pada segmen yang telah diperbaiki, kecepatan alat angkut pada segmen yang telah diperbaiki dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$V = \frac{HP \times 375 \times \text{Efisiensi}}{R_p} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

V = *Rolling resistance*

HP = *Horse power*

Efisiensi = Efisiensi mesin

375 = Koefisien efektif

R<sub>p</sub> = *Rimpull*

Untuk menghitung persentase kenaikan waktu edar alat angkut pada segmen yang telah

diperbaiki, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$KP = ((A / B) - 1) \times 100 \% \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan

KP = Kenaikan persentase waktu edar

A = Waktu edar aktual

B = Waktu edar setelah optimalisasi

Setelah diperoleh persentase kenaikan waktu edar alat angkut, dihitung peningkatan hasil produksi berdasarkan material yang dapat diangkut menggunakan segemen jalan angkut yang telah dioptimalisasi, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$PM = \frac{KP \times \text{Hasil Produksi}}{100} \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

PM = Peningkatan Material

KP = Kenaikan persentase waktu edar

Agar suatu produksi overburden dapat terpenuhi dengan pengeluaran biaya yang sekecil - kecilnya maka harus memperhatikan dan mengoptimalkan suatu keadaan seperti lebar jalan angkut, kemiringan jalan, waktu edar (*cycle time*), *cross slope* dan front kerja yang kurang ideal. (Cahyadi, dkk 2021). Kecepatan rata-rata yang sangat rendah yang diakibatkan oleh geometri jalan tambang yang tidak sesuai dengan standar AASHTO, hal ini secara langsung dapat mempengaruhi kapasitas produksi. (Silalahi, dkk 2018). Hal inilah yang melatarbelakangi penulis melakukan penelitian untuk menyelesaikan permasalahan terhadap Cycle time alat angkut pada dump truck Hino FG 235 JJ tambang batu granit di PT Aditya Buana Inter Kabupaten Bangka.

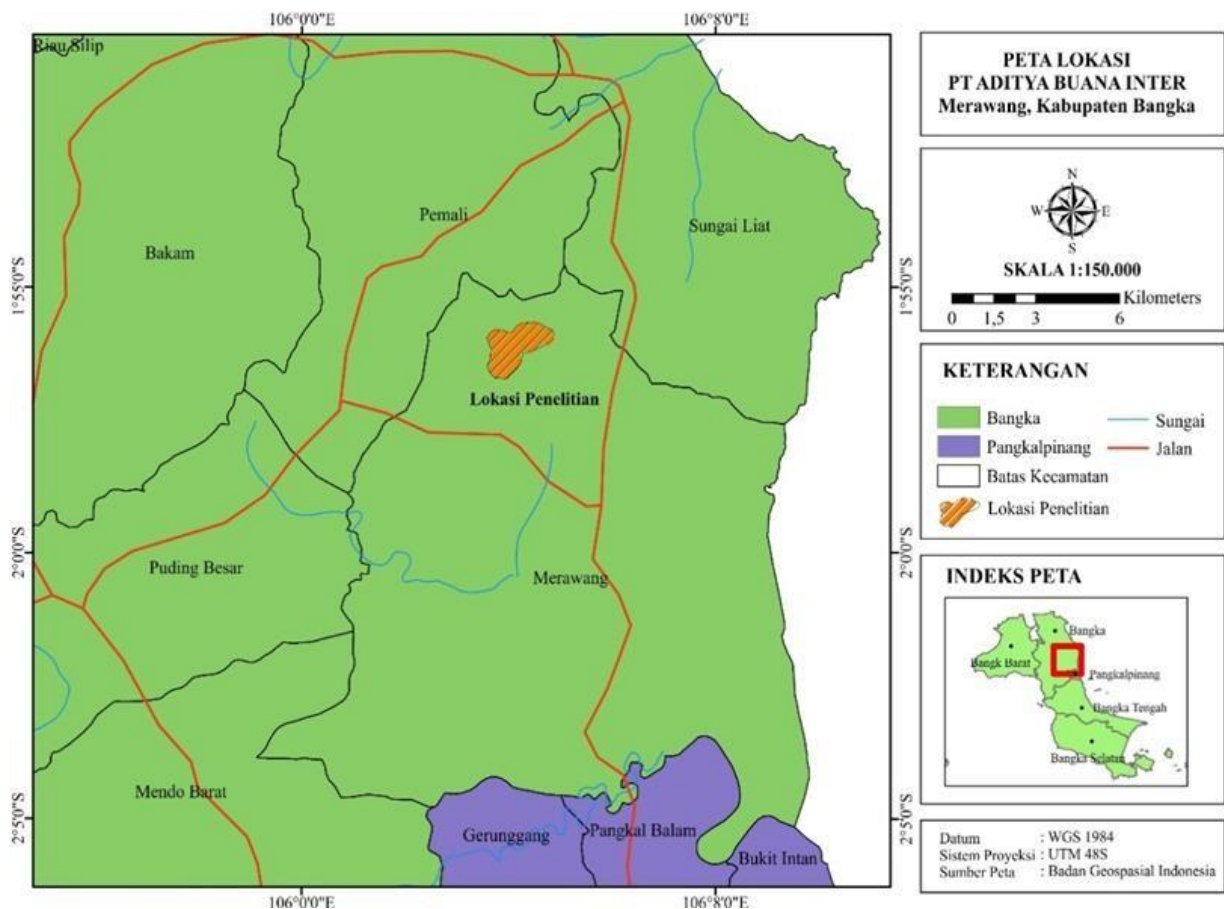
## 2. Metode

PT ABI merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang penambangan batu granit yang berada di daerah perbukitan Sambung Giri, Kecamatan Sungailiat, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

Luas wilayah produksi pada PT ABI seluas 20 hektar, yang berada berdekatan dengan kawasan Hutan Produksi (HP) serta lokasi penambangan yang jauh dari pemukiman warga, sehingga membuat dampak dari

kegiatan penambangan tidak terlalu dirasakan oleh warga sekitar seperti warga Desa Jurung maupun Desa Kenanga. Berikut merupakan peta lokasi penelitian yang dilakukan di PT ABI.

Penelitian dilakukan selama  $\pm 1$  Bulan terhitung dari tanggal 11 Maret sampai dengan 8 April 2022, dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan dengan penelitian terfokus pada 2 alat angkut yang digunakan yaitu Hino FG 235 JJ menghitung waktu edar secara keseluruhan pada masing-masing dumptruck dalam 40 kali ritase.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian.

### Pengolahan data

1. Data waktu edar aktual dan waktu tempuh per ritase dari alat angkut diperoleh dengan cara observasi mulai dari proses mengatur alat angkut untuk diisi muatan sampai kembali dalam kondisi tanpa muatan menggunakan alat bantu *stopwatch*.
2. Kemiringan jalan angkut diukur menggunakan alat *total station* untuk melihat besaran kemiringan dan nilai perbedaan elevasi antar tiap segmen, jalan angkut yang diukur dibagi menjadi 2 jalur, jalur *hauling* isi dan *hauling* kosong lalu dikelompokkan menjadi beberapa segmen.

3. Panjang jalan angkut dihitung menggunakan meteran mulai dari jalur hauling isi dari pit penambangan sampai dengan *crushing site*, dan hauling kosong dari *crushing site* menuju ke pit penambangan.
4. Mencari *rimpull* yang dibutuhkan pada tiap segmen, lalu dilakukan simulasi perbaikan pada tiap segmen yang bermasalah serta menghitung *rimpull* yang diperoleh pada segmen tersebut, setelah dilakukan perbaikan diperoleh estimasi peningkatan kecepatan dari waktu edar alat angkut dan menghitung perbandingan hasil produksi apabila menggunakan jalan angkut yang telah diperbaiki.



### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Waktu Edar Aktual Alat Angkut

Waktu edar aktual alat angkut diambil berdasarkan 2 *dumptruck* yang digunakan pada unit pengangkutan yaitu Hino FG 235 JJ, data waktu edar diambil pada masing-masing alat angkut sebanyak 40 ritase. Proses pengambilan data diambil dari *front* penambangan sampai dengan *dumping site* yaitu unit *crushing* yang dihitung secara manual menggunakan *stopwatch*.

Tabel 3 Waktu edar aktual alat angkut.

No	Alat Angkut	Waktu tempuh/semgen	Waktu Edar Rata-rata
1	A	137.44 detik	493,72 detik
2	B	137.26 detik	495,75detik

Alat angkut A memperoleh rata-rata waktu edar sebesar 493,72 detik dan alat angkut B memperoleh rata-rata waktu edar sebesar 493,75 dari 40 kali ritase.

#### Pengaruh Kemiringan Jalan Terhadap WaktuEdar Alat Angkut

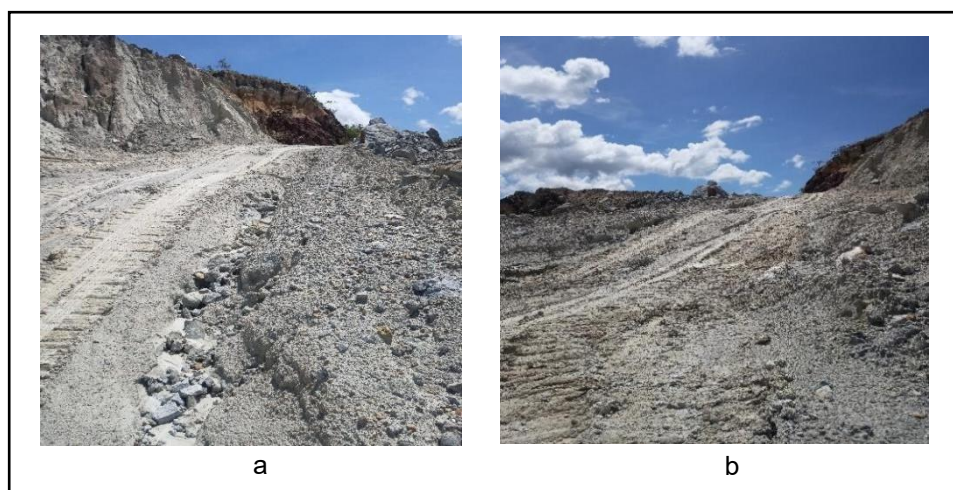
Dua segmen pada PT ABI mempunyai kemiringan yang terjal yang mempengaruhi waktutempuh dari alat angkut diakibatkan alat membutuhkan jumlah *rimpull* yang besar.

Tabel 4. Segmen jalan angkut.

No	Segmen	Panjang jalan (m)	Lebar (m)	Elevasi (m)	Grade (%)
1	A-B	115,40	14,31	7,97	6,91
2	B-C	82,13	7,17	7,28	8,86
3	C-D	142,33	8,45	14,96	10,51
4	D-E	93,58	8,11	2,43	2,60
5	E-F	167,70	10,59	8,28	4,94
6	F-B	119,27	11,73	6,09	5,11
7	A-B	115,40	14,31	7,97	6,91

Dua segmen jalan angkut yang memiliki kemiringan di atas rata-rata yaitu pada segmen

B-C sebesar 8,86% dan Segmen C-D sebesar 10,51% kedua segmen tersebut berada pada jalur angkut kendaraan dengan muatan isi.



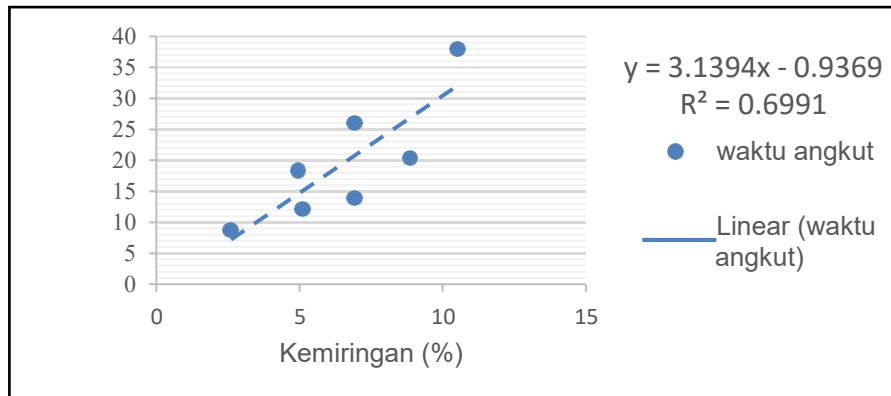
Gambar 3. Kondisi jalan angkut: (a) Segmen B-C, dan (b) Segmen C-D.

Terdapat 7 segmen jalan angkut pada PT ABI yang telah dibagi menjadi 2 jalur yaitu jalur kendaraan pada saat bermuatan dan jalur kendaraan saat kembali dalam keadaan kosong, segmen A sampai dengan segmen D merupakan jalur jalan angkut *dumptruck* yang mengangkut

muatan material dari *front* penambangan menuju *crusher* dan kembali lagi dalam keadaan kosong dari *crusher* menuju *front* penambangan melintasi segmen D sampai dengan segmen A untuk melakukan pengisian material kembali, segmen jalan angkut dengan kemiringan yang paling

rendah yaitu 2.6% waktu yang dibutuhkan alat angkut semakin sedikit dibandingkan dengan segmen dengan kemiringan jalan tertinggi yaitu

10.51%, semakin tinggi kemiringan pada segmen jalan angkut maka semakin besar *rimpull* yang harus dihasilkan oleh kendaraan.



Gambar 4. Grafik regresi pengaruh waktu tempuh dengan kemiringan jalan.

### Optimalisasi Waktu Edar Alat Angkut

Upaya untuk mengoptimalkan waktu edar dari alat angkut salah satunya yaitu mengevaluasi nilai kemiringan dari jalan angkut atau perlu adanya perbaikan untuk menunjang kegiatan penambangan yang lebih optimal. Berdasarkan kondisi aktual di lapangan terdapat beberapa segmen jalan angkut yang memiliki kemiringan  $\geq 8\%$ , sehingga upaya yang akan dilakukan yaitu memperbaiki kemiringan jalan angkut yang memiliki segmen  $\geq 8\%$  menjadi 8%. Setelah dilakukan simulasi perbaikan maka akan diperoleh nilai *rimpull* dari tiap segmen yang diperbaiki untuk mengetahui kecepatan yang di-

peroleh oleh alat angkut pada segmen tersebut, yang nantinya berpengaruh pada waktu edar secara keseluruhan.

Nilai kemiringan maksimal yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu tidak lebih dari 8%, dengan upaya dalam memenuhi *grade* yang sesuai maka diperlukan penurunan pada *grade* yang lebih dari angka tersebut berdasarkan pada Tabel 4.2 segmen yang memiliki kemiringan (*grade*) lebih dari 8% yaitu segmen B-C dan C-D.

Tabel 5. Segmen jalan angkut setelah dilakukan perbaikan.

No	Segmen	Panjang jalan (m)	Elevasi (m)	Grade (%)
1	A-B	115.40	7.97	6.91
2	B-C	82.13	7.28	8
3	C-D	142.33	14.96	8
4	D-E	93.58	2.43	2.60
5	E-F	167.70	8.28	4.94
6	F-B	119.27	6.09	5.11
7	A-B	115.40	7.97	6.91

Simulasi perbaikan pada jalan angkut B-C dan C-D menjadi 8% maka *rimpull* yang dibutuhkan pada segmen tersebut akan semakin kecil, sehingga kemampuan alat angkut dan kecepatan

alat angkut akan semakin baik pada segmen yang dimaksud, maka *rimpull* yang dibutuhkan semakin sedikit dan waktu tempuh dari alat angkut.

Tabel 6. Waktu tempuh alat angkut setelah dilakukan perbaikan.

No	Segmen	Panjang jalan (m)	Elevasi (m)	Grade (%)	Waktu tempuh (d)
1	A-B	115.40	7.97	6.91	26.03
2	B-C	82.13	7.28	8	19.49
3	C-D	142.33	14.96	8	33.77
4	D-E	93.58	2.43	2.60	8.72

5	E-F	167.70	8.28	4.94	18.29
6	F-B	119.27	6.09	5.11	12.11
7	A-B	115.40	7.97	6.91	13.90
<b>Total</b>					<b>132.31 Detik</b>

Waktu tempuh pada jalan angkut yang telah diperbaiki diperoleh sebesar 132,31 detik, itu artinya terdapat peningkatan pada waktu edar alat angkut sebesar 5 detik lebih cepat dari sebelum dilakukannya perbaikan, artinya terdapat 1,04% peningkatan, dengan hasil

#### 4. Kesimpulan

Waktu edar aktual alat angkut sebanyak 40 kali ritase pada masing-masing *dumpruck* yaitu waktu edar pada alat angkut A memperoleh waktu sebesar 493.72 detik, sedangkan untuk alat angkut B memperoleh waktu sebesar 495.75 detik, dengan segmen jalan angkut yang bermasalah adalah segmen B-C dengan kemiringan 8,86% dengan kebutuhan *rimpull* sebesar 7.713,42 lbs, dan segmen C-D sebesar 10,51% dengan kebutuhan *rimpull* sebesar 8.327,22 lbs, rerata waktu edar aktual diperoleh sebesar 494,73 detik, setelah dilakukan perbaikan 8%, maka diperoleh waktu edar sebesar 489,69 detik dengan persentase kenaikan sebesar 1,03%, upaya agar waktu alat angkut lebih optimal yaitu melakukan penurunan *grade* jalan dengan memperhatikan faktor keekonomisannya dan juga melakukan *upgrading* pada alat angkut.

#### Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada PT Aditya Buana Inter yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan Tugas Akhir sehingga berjalan dengan baik.

#### Daftar Pustaka

- Cahyadi, R., Perdana, T., & Harsiga, E. (2021, December 30). E Evaluasi Geometri Jalan Angkut Menggunakan Standar AASHTO Untuk Meningkatkan Produktivitas Alat Angkut Overburden Pada Pit 1 PT Benal Aiti Bara Perkasa. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 12(02), 55-64.
- Indonesianto, Y., 2012. Pemindahan Tanah Mekanis. Diktat. Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". Yogyakarta.
- Mangga, A.S., Djamal, B., 1994. Peta Geologi Lembar Bangka Utara dan Bangka Selatan, Sumatera. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung. Bandung.
- Peurifoy, R. L., 1956. Construction Planning Equipment and Methods, McGraw-Hill, New York, Volume 7.
- Prodjosumarto, P., 1996. Pemindahan Tanah Mekanis. Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral. Institut Teknologi

produksi sebesar 8,576 ton apabila diasumsikan menggunakan jalan angkut yang telah dilakukan perbaikan maka alat angkut dapat mengangkut 89 ton material lebih banyak pada Bulan April 2022.

- Bandung. Bandung.
- Rochmanhadi., 1992. Alat-Alat Berat dan Penggunaannya. Yayasan Badan Penerbit Pekerja Umum. Jakarta.
- Silalahi, J., Andini, D., & Guskarnali, G. (2018). Kajian Teknis Geometri Jalan Tambang Front 242 Untuk Pencapaian Produktivitas Alat Angkut Di PT Semen Padang (Persero) Tbk untuk Pencapaian Produktivitas Alat Angkut Di PT Semen Padang (Persero) Tbk. *MINERAL*, 3(2), 1-6.
- Suntoko, H., 2011. Pendeteksian Keberadaan Struktur Sesar pada Batuan Vulkanik dengan Metode Magnetik. Pusat Pengembangan Energi Nuklir. Jakarta.
- Suwandhi., 2004. Perencanaan Jalan Tambang. Diktat. Perencanaan Tambang Terbuka. Jurusan Teknik Pertambangan. Universitas Islam Bandung. Bandung.
- Zudiansyah, P., 2015. Evaluasi Kelayakan Jalan Tambang Kuari Dari Front 1 ke Crusher II dan Moser II Bukit Karang Putih PT Semen Padang Kecamatan Lubuk Kilangan Provinsi Sumatera Barat. Skripsi. Jurusan Teknik Pertambangan. Universitas Negeri Padang. Padang.