

Optimasi *Fuel Ratio* Berdasarkan Geometri Jalan pada Pengupasan *Overburden* di Pit Selatan PT Bara Prima Pratama, Selensen, Kab. Indragiri Hilir, Provinsi Riau

Heri Anugerah*, Aulia Hidayat Burhamidar, Tri Gamela Saldy, Yoszi Mingsi Anaperta

Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

* heripulungan15@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi *fuel ratio* pada aktivitas pengupasan *overburden* melalui perbaikan geometri jalan angkut. Permasalahan utama yang melatarbelakangi studi ini adalah belum tercapainya target produksi alat angkut *dump truck* Volvo FMX440 pada bulan february sebesar 81.120 BCM/bulan dan aktual di lapangan sebesar 77.840,46 BCM/bulan dan tingginya *fuel ratio* aktual sebesar 0,35 liter/BCM yang melebihi target perusahaan sebesar 0,30 liter/BCM. Metode penelitian yang digunakan merupakan penelitian kuantitatif dengan mengumpulkan data *primer* dan data *sekunder*. Hasil evaluasi terhadap segmen jalan angkut mengidentifikasi ketidaksesuaian dengan standar Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, terutama pada *grade* jalan, lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, superelevasi dan *cross fall*. Hasil penelitian menunjukkan perbaikan geometri jalan mampu menurunkan *total resistance* dan meningkatkan kecepatan alat angkut dan mempersingkat *cycle time*. Hasil ini berdampak meningkatkan produksi alat angkut pada bulan february menjadi 92.116,39 BCM/bulan sekaligus menurunkan *fuel consumption*. Dengan demikian, *fuel ratio* berhasil dioptimasi menjadi 0,26 liter/BCM, yang telah memenuhi target perusahaan.

Kata Kunci: *fuel ratio, geometri jalan, produksi, fuel consumption*

Abstract. This research aims to optimize the *fuel ratio* in *overburden stripping* activities through the improvement of haul road geometry. The primary issues addressed in this study are the failure to achieve the production target for the Volvo FMX440 *dump truck* in february, which was set at 81,120 BCM/month against an actual field achievement of 77.840,46 BCM/month, and the high actual *fuel ratio* of 0,35 liters/BCM, which exceeded the company's target of 0,30 liters/BCM. The research method employed was quantitative, involving the collection of both primary and secondary data. An evaluation of the haul road segments identified several non-conformities with the standards of Kepmen ESDM No.1827 K/30/MEM/2018, particularly concerning road grade, straight road width, turning road width, superelevation, and cross fall. The result demonstrate that the improvement of the road geometry successfully reduced the total resistance, increased the haul truck speed, and shortened the cycle time. This outcome impacted the increase of the haul truck's production in february to 92.116,39 BCM/month, while simultaneously reducing fuel consumption. Consequently, the *fuel ratio* was successfully optimized to 0,26 liters/BCM, which has met the company's target.

Keywords: *fuel ratio, road geometry, production, fuel consumption*

Tanggal Diterima: 05/10/2025; Tanggal Direvisi: 13/03/2026; Tanggal Disetujui: 23 /04/2026; Tanggal Dipublikasi: 28 /04/2026

1. Pendahuluan

PT. BPP merupakan Perusahaan swasta nasional yang independen, berbadan hukum dan terintegrasi, khususnya perusahaan pertambangan batubara yang memproduksi dan memasok batubara untuk keberlanjutan energi. PT. BPP berlokasi di daerah Provinsi Riau dan memiliki 2 pit diantaranya: Pit Selatan dan Pit Utara. Perusahaan ini memulai penambangan dengan mengupas tanah pucuk dan *overburden*, pada pengupasan *overburden* terdapat 2 *fleet* yang menggunakan alat muat *Excavator* Dosaan DX800LC dengan alat angkut *dump truck* Volvo FMX440 dan *Excavator* Dosaan DX800LC dengan alat angkut *dump truck* Sany SKT80S.

Kegiatan pertambangan, khususnya pada tahapan penambangan terbuka (*open pit mining*), sangat bergantung pada kinerja alat gali muat dan alat angkut, dimana dalam kegiatan penambangan khususnya pengupasan material *overburden* harus menggunakan metode dan peralatan mekanis yang sesuai dalam kegiatan penambangan. Salah satu penentu keberhasilan metode penambangan adalah

seberapa besar produktivitas peralatan mekanis dapat digunakan seefektif dan seefisien mungkin agar diperoleh hasil yang maksimal. Proses pengupasan tanah penutup dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya: produktivitas alat mekanis, kondisi *front* kerja, geometri jalan dan kemampuan operator. Namun terkadang kondisi aktual di lapangan tidak sesuai dengan perencanaan dikarenakan adanya hambatan yang mengganggu aktivitas produksi terutamanya pengupasan *overburden*.

Berdasarkan kondisi aktual di lapangan, dimana dalam proses pengupasan *overburden* terjadi antrian alat angkut di area *loading point*, dan waktu tunggu dari alat muat sehingga menyebabkan tingginya *cycle time* yang berpengaruh terhadap produktivitas alat dan besarnya penggunaan bahan bakar dalam pengupasan material *overburden*. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tidak tercapainya produksi pengupasan *overburden* seperti *grade* jalan yang tinggi, jalan berdebu dan lalu lintas jalan *hauler* yang tidak teratur juga

menjadi faktor yang membuat tidak tercapainya target produksi.

Target produktivitas perusahaan pada alat gali muat *excavator* Dosaan DX800LC dan alat angkut *dump truck* Volvo FMX440 sebesar 200 BCM/Jam, dan produktivitas aktual alat gali muat *excavator* DX800LC yaitu 264,04 BCM/Jam, dimana sudah melebihi dari target perusahaan. Sedangkan produktivitas aktual alat angkut *dump truck* Volvo FMX440 yaitu 191,91 BCM/Jam yang tidak bisa mencapai target produksi perusahaan, dari produktivitas aktual tersebut tidak tercapai target produksi pada alat gali muat dan alat angkut. Selain itu, besarnya penggunaan bahan bakar pada alat angkut juga menjadi perhatian dalam proses pengupasan *overburden*. Berdasarkan pengamatan lapangan, konsumsi bahan bakar alat angkut *dump truck* Volvo FMX440 mencapai 16,66 liter/jam dengan target perusahaan sebesar 15 liter/jam. Pada bulan februari, terdapat kasus tingginya rasio bahan bakar pada alat angkut *dump truck* Volvo FMX440, dimana rasio bahan bakar aktual mencapai angka 0,35 Liter/BCM dengan target perusahaan untuk rasio bahan bakar sebesar 0,30 Liter/BCM.

Pada penelitian ini menjelaskan bahwasanya yang menyebabkan tidak tercapainya produktivitas dalam kegiatan pengangkutan adalah geometri jalan yang tidak sesuai dengan standar, seperti jari-jari tikungan yang tidak ideal, lebar jalan yang kurang memadai untuk alat angkut bergerak [1]. Terdapat beberapa geometri jalan yang tidak ideal yaitu pada segmen 3 dengan nilai 12,69%, segmen 4 dengan nilai 13,47%, dan segmen 9 dengan nilai 12,19% yang tidak sesuai dengan standar parameter KEPMEN ESDM 1827k/30/MEM/2018. Dalam standar tersebut, kemiringan maksimal jalan tambang adalah 12%. Ketidaksesuaian ini berpotensi meningkatkan hambatan gerak alat dan konsumsi bahan bakar.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Geometri Jalan Angkut

Fungsi utama jalan angkut secara umum adalah untuk meningkatkan kinerja alat angkut dalam pengangkutan material tambang terumata *overburden*. Jalan angkut terletak di wilayah pertambangan atau di proyek yang dipergunakan oleh alat angkut tambang atau alat penunjang lainnya yang sedang beroperasi mengangkut *overburden*, dan material tambang lainnya.

2.1.1 Lebar Jalan Lurus

Lebar jalan lurus merupakan salah satu komponen utama dalam perencanaan geometri jalan tambang berperan penting dalam menunjang kelancaran dan keselamatan operasional alat angkut. Di mana lebar jalan harus sesuai dengan dimensi alat angkut tersebut. Adapun persamaan yang digunakan adalah:

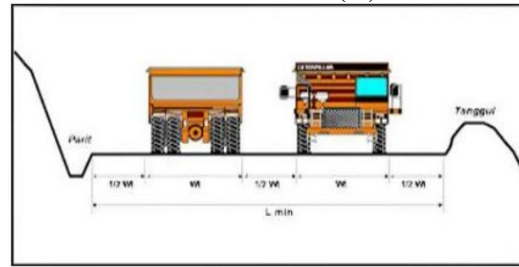
$$L \text{ min} = (n \times Wt) + (n + 1)(1/2 \times Wt)$$

Keterangan:

L min: Lebar minimum alat angkut lurus (m)

n: Jumlah jalur

Wt: Lebar satu unit kendaraan (m)



Gambar 1. Lebar Jalan Lurus

2.1.2 Lebar Jalan Tikungan

Lebar jalan pada tikungan dalam pertambangan lebih besar dari pada kondisi jalan lurus. Untuk jalur ganda lebar minimum pada tikungan dapat dihitung berdasarkan lebar jejak roda, lebar jantai atau tonjolan bagian depan dan belakang pada saat membelok, jarak antar alat angkut yang bersimpangan dan jarak jalan angkut terhadap tepi jalan. Adapun persamaan yang digunakan adalah:

$$L_t = 2(U + Fa + Fb + Z) + C$$

$$Z = (U + Fa + Fb)/2$$

Keterangan:

Lt: Lebar jalan angkut pada jalur tikungan (m)

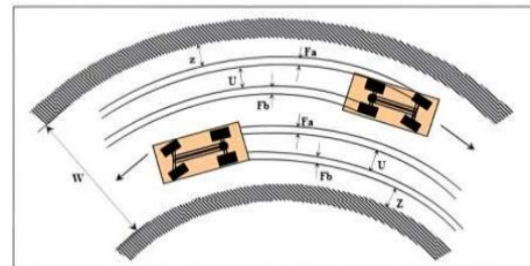
U : Jarak jejak roda truck (m)

Fa: Lebar jantai depan (m)

Fb: Lebar jantai belakang (m)

C : Jarak antara truck saat sedang saling melintasi (m)

Z : Lebar bagian sisi jalan (m)



Gambar 2. Lebar Jalan Tikungan

2.1.3 Jari-jari Tikungan

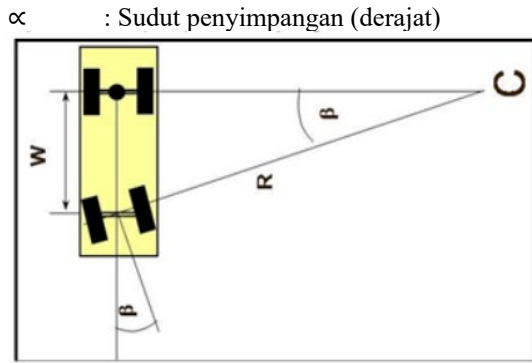
Jari-jari tikungan adalah jarak pusat lengkung tikungan ke sisi Tengah jalan yang digunakan untuk menentukan tingkat kelengkungan suatu tikungan pada jalan tambang. Besarnya jari-jari tikungan sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap kenyamanan, keamanan dan kemampuan *manuver* kendaraan terutama alat angkut yang membawa material tambang. Adapun persamaan yang digunakan adalah:

$$R = \frac{W}{\sin \alpha}$$

Keterangan:

R: Jari-jari tikungan (m)

W: Jarak antara poros depan dan belakang



Gambar 3. Jari-Jari Tukungan

2.1.4 Superelevasi

Superelevasi adalah kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan. Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada jalan lurus hingga kemiringan maksimal pada tikungan penuh [2]. Adapun persamaan yang digunakan adalah:

$$E + f = \frac{V^2}{127 \times R}$$

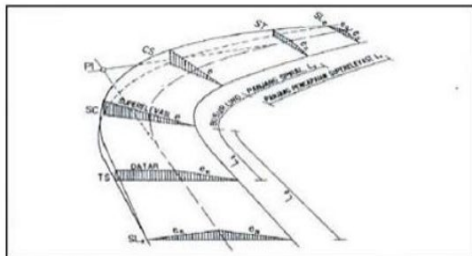
Keterangan:

E : superelevasi maksimal pada tikungan jalan

F: Koefisien gesekan (*Friction*)

R: Jari-jari lengkungan belokan (m)

V : Kecepatan rencana (Km/Jam)



Gambar 4. Superelevasi

2.1.5 Grade Jalan

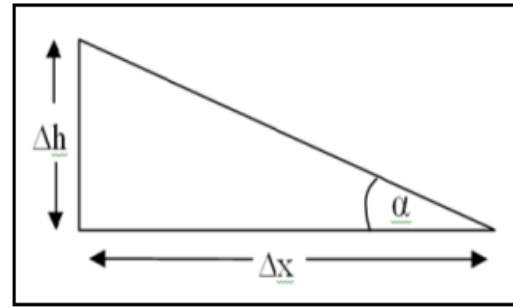
Grade jalan merupakan suatu faktor penting yang harus di perhatikan secara detail dalam kajian kondisi jalan tambang. Hal ini merupakan bagian penting dalam kemampuan alat angkut, baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Adapun persamaan yang digunakan adalah:

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

Keterangan:

Δh : Beda tinggi antara dua titik yang diukur

Δx : Jarak datar antara dua titik yang diukur



Gambar 5. Grade Jalan

2.1.6 Cross Fall

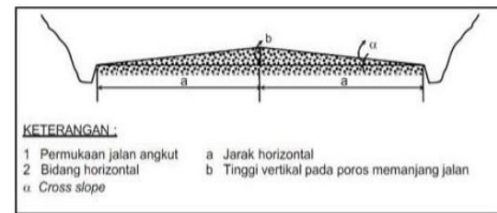
Cross fall merupakan kemiringan permukaan jalan dari tengah ke sisi jalan yang dirancang untuk mengalirkan air hujan ke saluran *drainase* di tepi jalan. Angka *cross fall* didefinisikan sebagai perbandingan antara jarak vertical dan horizontal dalam satuan mm/m atau m/m, jalan *hauling* yang baik memiliki *cross fall* antara 20 mm/m sampai 40 mm/m [3]. Adapun persamaan yang digunakan adalah:

$$Cs = 40 \frac{mm}{m} \left(\frac{1}{2} \times Lmin \right)$$

Keterangan:

CS: *Cross Slope*

Lmin: Lebar Minimum Jalan



Gambar 6. Cross Fall

2.2 Rolling Resistance

Rolling resistance merupakan gaya yang bekerja tidak searah dengan gerak kendaraan, dengan kata lain merupakan usaha mesin pada *dump truck* yang harus dikeluarkan untuk menggulirkan atau menarik roda agar bergerak terhadap permukaan jalan angkut. Berikut persamaan yang digunakan adalah:

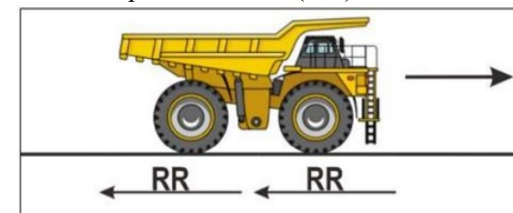
$$RR = CRR \times G$$

Keterangan:

RR: *Rolling Resistance* (Lbs)

CRR: Koefisien *Rolling Resistance*

G: Berat Operasional Alat (Lbs)



Gambar 7. Ilustrasi Rolling Resistance

2.3 Grade Resistance

Grade resistance adalah besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak

kendaraan karena kemiringan jalur jalan yang dilewati oleh kendaraan tersebut. Besarnya gaya tahanan tanjakan (*Grade Resistance*) dipengaruhi oleh kemiringan jalan (%) dan berat total kendaraan (ton). Tahanan tanjakan rata-rata dinyatakan dalam 20 lbs dari rimpull untuk setiap gross berat kendaraan beserta isinya pada setiap kemiringan 1 %. Berikut persamaan yang digunakan adalah:

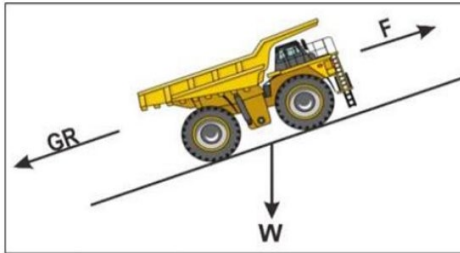
$$GR = W \times 20 \text{ lb/ton} \times \text{Grade}$$

Keterangan:

GR: *Grade Resistance*

W: Berat Kendaraan

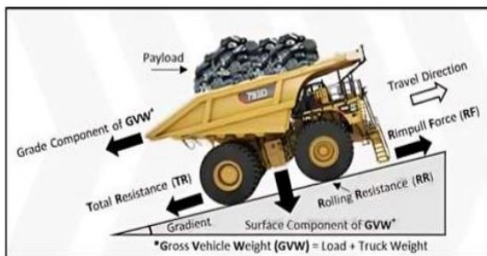
Grade: Kemiringan Jalan



Gambar 8. Ilustrasi Grade Jalan

2.4 Total Resistance

Total *resistance* pada setiap segmen jalan adalah kombinasi dari *rolling resistance* dan *grade resistance*. Untuk jalan menanjak, *total resistance* adalah $RR + GR$, untuk jalan menurun *total resistance* adalah $RR - GR$. *Total resistance* mempengaruhi konsumsi bahan bakar *dump truck*, dengan nilai lebih tinggi menyebabkan kecepatan lebih lambat dan usaha mesin lebih besar.



Gambar 9. Ilustrasi Total Resistance

2.5 Rimpull

Rimpull merupakan besarnya kekuatan tarik yang dapat diberikan oleh mesin atau alat tersebut kepada permukaan roda atau ban penggerakannya yang menyentuh permukaan jalan angkut. Bila *coefficient of traction* cukup tinggi untuk menghindari selip, maka *rimpull* maksimum adalah fungsi dari *horse power* (tenaga mesin) dan persneling (*gear ratio*) antara mesin dan roda-rodanya. Tetapi jika selip, maka RP maksimum akan sama dengan besarnya tenaga pada roda penggerak dikalikan *coefficient of traction*.

$$RP = \frac{HP \text{ Kendaraan} \times 375 \times \text{Eff}}{v}$$

Keterangan:

RP: *Rimpull*, kekuatan Tarik kendaraan (lbs)

HP: *Horse Power* (tenaga mesin)

Eff: Efisiensi mesin

V: Kecepatan mesin (Mph)

2.6 Kecepatan

Kecepatan adalah faktor kunci dalam produksi *overburden*. Jika kecepatan yang direncanakan tidak tercapai, maka produktivitas alat angkut juga tidak akan optimal. Kecepatan alat angkut sangat dipengaruhi oleh besarnya *total resistance* yang dihadapi. Berikut persamaan yang digunakan:

$$Kec = \frac{HP \text{ Kendaraan} \times 375 \times \text{Eff}}{Rimpull}$$

Keterangan:

Hp kendaraan: *Horse Power* (Tenaga kuda) Alat Angkut

Eff: Efisiensi Mesin

2.7 Load Factor

Load factor alat angkut ditentukan berdasarkan *rimpull* aktual yang dibutuhkan kendaraan untuk melawan *total resistance* dan melakukan percepatan, karena tenaga maksimum mesin tidak selalu dimanfaatkan sepenuhnya selama proses kerja [3]. Berikut persamaan yang digunakan adalah:

$$Load \text{ Factor} = \frac{Rimpull \text{ yang terpakai}}{Rimpull \text{ yang dipakai alat}}$$

2.8 Fuel Consumption

Fuel consumption adalah jumlah bahan bakar yang digunakan oleh alat gali muat dan alat angkut untuk mengangkut dan menggali material. *Fuel consumption* dari suatu alat didapatkan dari data waktu kerja alat dan data pengisian bahan bakar alat. Konsumsi bahan bakar dari setiap alat dapat berbeda-beda tergantung dari kapasitas tanki alat tersebut. Berikut persamaan yang digunakan:

$$FC = \frac{\text{Weight of fuel used} \times \text{BrakeHP} \times \text{load factor}}{\text{Weight of fuel per gallon}}$$

Keterangan:

C (gal/l): Konsumsi bahan bakar *hauler*

Weight of fuel used: Berat bahan bakar yang digunakan oleh *hauler*

Brake Hp: Daya mesin, kW

Load Factor: Berat kerja alat

Weight of fuel/gallon: Densitas bahan bakar (solar)

2.9 Fuel Ratio

Fuel ratio adalah merupakan perbandingan antara jumlah bahan bakar yang dikonsumsi dengan jumlah produksi untuk mengupas satu BCM *overburden* yang digunakan oleh alat secara aktual dilapangan. *Fuel ratio* didapatkan setelah mengetahui berapa *fuel consumption* alat per jam dan produksi alat. Berikut persamaan yang digunakan adalah:

$$FR(\text{Liter}/\text{BCM}) = \frac{\text{Fuel Consumption}}{\text{Produktivitas}}$$

3. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif, yaitu dengan mengevaluasi geometri jalan untuk menurunkan *fuel ratio* pada pengupasan *overburden*. Metode kuantitatif dilakukan dengan pengumpulan data-data yang selanjutnya diolah untuk menjawab rumusan masalah. Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan langsung dilapangan sedangkan data sekunder didapatkan dari Perusahaan.

3.2 Objek Penelitian

Penelitian ini berfokus pada mengoptimasikan nilai *fuel ratio* berdasarkan analisis geometri jalan tambang, khususnya pada kegiatan pengangkutan *rburden*. Tujuan utamanya adalah untuk menurunkan konsumsi bahan bakar per volume material yang diangkut melalui perbaikan geometri jalan yang sesuai dengan standar.

3.3 Jenis Data

Ada dua jenis data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

3.3.1 Data Primer

Data Primer adalah data yang diambil secara langsung di lapangan. Dalam penelitian ada beberapa data primer yang digunakan, diantaranya adalah:

- a. *Cycle time* alat gali muat dan alat angkut
- b. Geometri jalan

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari Perusahaan ataupun sumber lain, dimana data sekunder ini adalah data yang sudah ada sebelumnya.

- a. Spesifikasi alat muat dan angkut
- b. Target Produktivitas alat muat dan angkut
- c. Data penggunaan bahan bakar target dan aktual
- d. Waktu kerja
- e. *Delay time* alat gali muat dan alat angkut
- f. *Idle time* alat gali muat dan alat angkut

4. Hasil Penelitian

4.1 Segmen Jalan

Segmen jalan yang dibahas merupakan segmen jalan dari *front* penambangan menuju *disposal* di *site* Selatan, PT. XYZ, selensen kabupaten Indragiri hilir, Provinsi Riau. Pengukuran segmen jalan dilakukan menggunakan alat *survey* yaitu *total station Sokkia IM-52*, segmen jalan tersebut memiliki Panjang kurang lebih 1,12 km. Segmen jalan ini dibagi menjadi 12 segmen jalan, dengan 6 segmen jalan lurus dan 6 segmen.

4.1.1 Perbaikan Lebar Jalan Lurus

Tabel 1. Perbaikan Lebar Jalan Lurus

Segmen	Lebar Jalan Lurus Aktual Dan Ideal			Perbaikan Lebar Jalan (m)
	Lebar Segmen (m)	Lebar Ideal (m)	Kondisi	
1	6,50	9,63	Tidak Ideal	3,13
3	13,52	9,63	Ideal	-
6	21,24	9,63	Ideal	-
9	26,17	9,63	Ideal	-
10	14,85	9,63	Ideal	-
11	13,26	9,63	Ideal	-

4.1.2 Perbaikan Lebar Jalan Tikungan

Tabel 2. Perbaikan Lebar Jalan Tikungan

Segmen	Lebar Jalan Tikungan			Perbaikan Lebar Jalan (m)
	Lebar Segmen Tikungan (m)	Lebar Tikungan Ideal (m)	Kondisi	
2	26,75	17,09	Ideal	-
4	15,62	17,09	Tidak Ideal	1,47
5	26,09	17,09	Ideal	-
7	20,68	17,09	Ideal	-
8	19,45	17,09	Ideal	-
12	26,58	17,09	Ideal	-

4.1.3 Perbaikan Superelevasi

Tabel 3. Perbaikan Superelvasi

Segmen	Panjang (m)	Beda Tinggi		Kondisi	Penambahan Beda Tinggi (m)
		(m)	Ideal (m)		
2	119,84	0,68	0,68	Ideal	-
4	97,44	0,09	0,68	Tidak	0,59
5	96,47	0,25	0,68	Tidak	0,43
7	92,21	0,51	0,68	Ideal	-
8	124,53	0,48	0,68	Ideal	-
12	104,81	0,21	0,68	Tidak	0,47

4.1.4 Perbaikan Grade Jalan

Tabel 4. Perbaikan Grade Jalan

Segmen	Grade Jalan Bermuatan Dan Kosongan						Kondisi	Grade Perbaikan (%)
	Δh (m)	Δx (m)	Grade Muatan (%)	Grade Kosongan (%)	Grade Maksimal (%)			
1	3,53	71,62	4,93	-4,93	12	Ideal	-	
2	7,57	89,38	8,47	-8,47	12	Ideal	-	
3	9,17	72,26	12,69	-12,69	12	Tidak	12	
4	13,75	102,08	13,47	-13,47	12	Tidak	12	
5	1,37	116,86	1,18	-1,18	12	Ideal	-	
6	-3,46	158,57	-2,18	2,18	12	Ideal	-	
7	2,99	92,60	3,22	-3,22	12	Ideal	-	
8	2,65	133,91	1,98	-1,98	12	Ideal	-	
9	6,67	54,75	12,19	-12,19	12	Tidak	12	
10	2,43	79,53	3,06	-3,06	12	Ideal	-	
11	-6,28	63,97	-9,82	9,82	12	Ideal	-	
12	0,51	83,75	0,61	-0,61	12	Ideal	-	

4.1.5 Perbaikan Cross Fall

Tabel 5. Perbaikan Cross Fall

Segmen	Panjang (m)	Cross Fall			Kondisi	Perbaikan Beda Tinggi (m)
		Beda Tinggi (m)	Beda Tinggi Minimal (m)	Beda Tinggi Maksimal (m)		
1	74,63	0,17	0,096	0,19	Ideal	-
3	72,26	0,48	0,096	0,19	Tidak	-0,29
6	158,57	0,05	0,096	0,19	Tidak	0,14
9	54,97	0,34	0,096	0,19	Tidak	-0,15
10	79,53	0,36	0,096	0,19	Tidak	-0,17
11	63,97	0,41	0,096	0,19	Tidak	-0,22

4.2 Produktivitas Aktual Alat Angkut

Tabel 6. Produktivitas Aktual Alat Angkut

Produktivitas Alat Angkut Volvo FMX440	
Muatan vessel, bcm (C)	15,18
Efisiensi Kerja (Eff)	0,60
Kapasitas Bucket (KB)	5,58
Jumlah Bucket (n)	4
Fill Factor (FF)	0,8
Swell Factor (SF)	0,85
Cycle Time (CTM)	683,30 detik
Waktu Kerja Efektif	405,60 jam
Jumlah Unit	4
Produktivitas 1 Dump Truck (Februari)	19.460,11 Bcm/Bulan
Produksi Bulan Februari	77.840,46 Bcm/Bulan

4.3 Fuel Consumption Dan Fuel Ratio Aktual

Tabel 7. Fuel Consumption Dan Fuel Ratio Aktual

Hauler	Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (Bulan)	Total Jam Kerja (jam)	Produktivitas (Bcm)	Fuel Ratio (l/Bcm)
Volvo 100	6828	405,60	19.460,11	0,35
Volvo 102	6884	405,60	19.460,11	0,35
Volvo 103	6683	405,60	19.460,11	0,34
Volvo 104	6634	405,60	19.460,11	0,34
Total	27029	1622	77840,46	0,35
Rata-Rata	6757	405,60	19460,11	0,35

5. Pembahasan

6.1 Perhitungan Total Resistance

4.1.1 Perbaikan Rolling Resistance

RR bermuatan = CRR × Berat muatan

$$= 80 \text{ lb/ton} \times 64,19 \text{ lb/ton}$$

$$= 5.135,20 \text{ lb}$$

RR Kosongan = CRR × Berat muatan

$$= 80 \text{ lb/ton} \times 30 \text{ lb/ton}$$

$$= 2.400 \text{ lb}$$

4.1.2 Perbaikan Grade Resistance

GR segmen 1 bermuatan:

$$= 65,19 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} \times 4,93\%$$

$$= 6.332,12 \text{ lb}$$

GR segmen 1 kosong:

$$= 30 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} \times 4,93\%$$

$$= -2.957,27 \text{ lb}$$

Hasil *total resistance* dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 8. Total Resistance Setelah Perbaikan

Segmen	RR		GR		TR	
	Muatan	Kosongan	Muatan	Kosongan	Muatan	Kosong
1	5.135,20	2.400	6.332,12	-2.957,27	11.467,32	-557,2
2	5.135,20	2.400	10.878,68	-5.081,50	16.013,88	-2.681,50
3	5.135,20	2.400	15.405,60	-7.200,00	20.540,80	-4.800,00
4	5.135,20	2.400	15.405,60	-7.200,00	20.540,80	-4.800,00
5	5.135,20	2.400	1.509,82	-703,42	6.645,02	1.696,58
6	5.135,20	2.400	-2.800,11	1.309,20	2.335,09	3.709,20
7	5.135,20	2.400	4.139,81	-1.937,37	9.275,01	462,63
8	5.135,20	2.400	2.538,88	-1.187,36	7.674,08	1.212,64
9	5.135,20	2.400	15.405,60	-7.200,00	20.540,80	-4.800,00
10	5.135,20	2.400	3.929,83	-1.833,27	9.065,03	566,73
11	5.135,20	2.400	-12.610,83	5.890,26	-7.475,63	8.290,26
12	5.135,20	2.400	785,23	-365,37	5.920,43	2.034,63

6.2 Rimpull

4.1.1 Rimpull Untuk Rolling Resistance

RR bermuatan = CRR × Berat muatan

$$= 80 \text{ lb/ton} \times 64,19 \text{ lb/ton}$$

$$= 5.135,20 \text{ lb}$$

RR Kosongan = CRR × Berat muatan

$$= 80 \text{ lb/ton} \times 30 \text{ lb/ton}$$

$$= 2.400 \text{ lb}$$

4.1.2 Rimpull Untuk Grade Resistance

GR segmen 1 bermuatan:

$$= 65,19 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} \times 4,93\%$$

$$= 6.332,12 \text{ lb}$$

GR segmen 1 kosong:

$$= 30 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} \times 4,93\%$$

$$= -2.957,27 \text{ lb}$$

Hasil perhitungan tersebut didapatkan *total rimpull* sapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 9. Nilai Total Rimpull Setelah

Segmen	Total Rimpull Lb/ton	
	Bermuatan	Kosongan
1	11.467,32	(557,27)
2	16.013,88	(2.681,50)
3	20.540,80	(4.800,00)
4	20.540,80	(4.800,00)
5	6.645,02	1.696,58
6	2.335,09	3.709,20
7	9.275,01	462,63
8	7.674,08	1.212,64
9	20.540,80	(4.800,00)
10	9.065,03	566,73
11	(7.475,63)	8.290,26
12	5.920,43	2.034,63

6.3 Optimasi Kecepatan

Setelah diketahui nilai *total rimpull* Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai kecepatan dengan Batasan kecepatan dari perusahaan di angka 30 km/jam. Perhitungan kecepatan dengan persamaan berikut:

$$\text{Kecepatan} = \frac{440 \times 375 \times 0,686}{11.467,32}$$

$$= 9,87 \text{ mph}$$

$$= 15,89 \text{ km/jam}$$

Tabel 10. Kecepatan Setelah Perbaikan

Segmen	Kecepatan Aktual (Km/Jam)		Kecepatan Setelah Perbaikan (Km/Jam)	
	Laju Bermuatan	Laju Kosongan	Laju Bermuatan	Laju Kosongan
1	14,29	30,59	15,89	30
2	10,54	87,55	11,38	30
3	8,03	39,50	8,87	30
4	7,69	35,86	8,87	30
5	22,98	79,35	27,43	30
6	50,36	42,29	30	30
7	17,26	36,91	19,65	30
8	20,34	43,52	23,75	30
9	8,26	42,29	8,87	30
10	17,61	156,20	20,10	30
11	29,43	20,50	24,38	21,98
12	25,30	69,17	30	30

6.4 Produktivitas Alat Angkut Setelah Perbaikan

Berikut tabel hasil produktivitas setelah perbaikan

Tabel 11. Produktivitas Alat Angkut Setelah Perbaikan

Produktivitas Alat Angkut VOLVO FMX440	
Muatan vessel, bcm (C)	15,18
Efisiensi Kerja (Eff)	0,60
Kapasitas Bucket (KB)	5,58
Jumlah Bucket (n)	4
Fill Factor (FF)	0,8
Swell Factor (SF)	0,85
Cycle Time (CTM)	577,40 detik
Waktu Kerja Efektif (jam)	405,06
Jumlah Unit	4
Produktivitas 1 Dump Truck (Februari)	23.029,10 Bcm/bulan
Produksi Bulan Februari	92.116,39 Bcm/bulan

6.5 Load Factor

Load Factor diperoleh dari perbandingan antara total resistance yang dihadapi kendaraan oleh rimpull yang tersedia pada gear tertentu. Pada Pengamatan di lapangan memfokuskan pada alat angkut dump truck Volvo FMX440. Berikut perhitungan load factor sebagai berikut:

$$\text{Load factor bermuatan pada segmen 1:} \\ \text{Load Factor} = \frac{11.467,32}{17.762,44} \\ = 0,65$$

$$\text{Load Factor kosongan pada segmen 1:} \\ \text{Load Factor} = \frac{557,27}{8.493,31} \\ = 0,07$$

Hasil Load factor pada setiap segmen jalan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 12. Load Factor Setelah Perbaikan

Segmen	Bermuatan			Kosongan		
	Total RR (lb/ton)	RR Tersedia	Load Factor	Total RR (lb/ton)	RR tersedia	Lc Fa
1	11.467,32	17.762,44	0,65	557,27	8.493,31	0,
2	16.013,88	2.2621,60	0,71	2.681,50	6.655,81	0,
3	20.540,80	28.950,74	0,71	4.800,00	6.655,81	0,
4	20.540,80	36.913,22	0,56	4.800,00	6.655,81	0,
5	6.645,02	11.024,97	0,60	1.696,58	8.493,31	0,
6	2.335,09	5.185,82	0,45	3.709,20	6.655,81	0,
7	9.275,01	14.046,62	0,66	462,63	5.185,82	0,
8	7.674,08	14.046,62	0,55	1.212,64	8.493,31	0,
9	20.540,80	28.950,74	0,71	4.800,00	6.655,81	0,
10	9.065,03	14.046,62	0,65	566,73	6.655,81	0,
11	7.475,63	14.046,62	0,53	8.290,26	11.024,97	0,
12	5.920,43	11.024,97	0,54	2.034,63	8.493,31	0,

6.6 Fuel Consumption

Setelah dilakukan perbaikan pada geometri jalan didapatkan lah nilai dari fuel consumption setelah perbaikan nilai tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 13. Nilai Fuel Consumption Setelah Perbaikan

Segmen	FC (gall/bulan)		FC (ℓ/bulan)	
	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	1.031,72	104,86	3.905,06	396,88
2	1.131,30	643,84	4.281,95	2.436,95
3	1.133,86	1.152,50	4.291,67	4.362,23
4	889,28	1.152,50	3.365,92	4.362,23
5	963,21	319,23	3.645,76	1.208,28
6	719,60	890,60	2.723,68	3.370,92
7	1.055,22	142,57	3.994,03	539,62
8	873,09	228,17	3.304,63	863,62
9	1.133,86	1.152,50	4.291,67	4.362,23
10	1.031,34	136,07	3.903,60	515,04
11	850,51	1.201,69	3.219,17	4.548,41
12	858,18	382,83	3.248,21	1.449,03
Rata-Rata	972,60	625,61	3.681,28	2.367,95

Berdasarkan data fuel Consumption dari 12 segmen, diperoleh rata-rata fuel consumption sebesar 3.681,28 liter/bulan dalam kondisi bermuatan dan 2.367,95 liter/bulan dalam kondisi kosongan. Jadi total rata-rata fuel consumption dalam sebulan dapat dilihat pada pada perhitungan berikut.

$$\text{FC}_{\text{Total}} = \text{FC}_{\text{Bermuatan}} + \text{FC}_{\text{Kosongan}} \\ \text{FC}_{\text{Total}} = 3.681,28 \text{ liter/bulan} + 2.367,95 \text{ liter/bulan} \\ \text{FC}_{\text{Total}} = 6.049,23 \text{ liter/bulan}$$

Dari total fuel consumption tersebut, menunjukkan penurunan setelah dilakukan perbaikan geometri jalan. Sebelum perbaikan geometri jalan, konsumsi fuel consumption aktual sebesar 6.757,30 liter/bulan, sedangkan setelah perbaikan turun menjadi 6.049,23 liter/bulan.

6.7 Fuel Ratio

Fuel ratio adalah merupakan perbandingan antara jumlah bahan bakar yang dikonsumsi dengan jumlah produksi untuk mengupas satu bcm overburden yang digunakan oleh alat secara aktual di lapangan. Fuel ratio aktual di lapangan diperoleh nilai fuel ratio sebesar 0,35 liter/bcm, sedangkan target nilai fuel ratio perusahaan sebesar 0,30 liter/bcm. Berikut perhitungan fuel ratio perbaikan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{FR (Liter/BCM)} = \frac{6.049,23 \text{ liter/bulan}}{23.029,10 \text{ bcm/bulan}} \\ = 0,26 \text{ liter/Bcm}$$

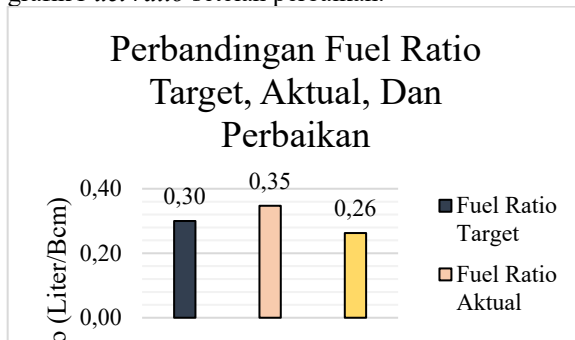
Tabel 14. Fuel Ratio Setelah Perbaikan

Hauler	Jumlah Konsumsi Bahan Bakar (Bulan)	Total Jam Kerja (jam)	Produktivitas (Bcm)	Fuel Ratio (ℓ/Bcm)
Volvo 100	6.049,23	405,60	23.029,10	0,26
Volvo 102	6.049,23	405,60	23.029,10	0,26
Volvo 103	6.049,23	405,60	23.029,10	0,26
Volvo 104	6.049,23	405,60	23.029,10	0,26
Total	24.196,93	1.622	92.116,40	0,26
Rata-Rata	6.049,23	405,60	23.029,10	0,26

2. Analisis Pengaruh Perbaikan Geometri Jalan Terhadap Fuel Ratio

Fuel ratio menggambarkan efisiensi penggunaan bahan bakar terhadap produktivitas

alat angkut. Dengan menurunnya waktu edar alat angkut dan meningkatnya produktivitas, *fuel ratio* juga membaik, menunjukkan penggunaan bahan bakar lebih efisien dan produktivitas meningkat. *Fuel ratio* aktual pada alat angkut *dump truck* volvo FMX440 sebelum dilakukan perbaikan geometri jalan dengan nilai 0,35 liter/bcm, melebihi target perusahaan dengan nilai 0,30 liter/bcm. Setelah penyesuaian *grade* jalan pada segmen 3, 4 dan 9 menjadi 12 %, serta perbaikan superelevasi, *cross fall* dan pelebaran jalan pada segmen 1 dan 4, nilai *fuel ratio* mengalami penurunan menjadi 0,26 liter/bcm, yang telah mencapai efisiensi bahan bakar dan memenuhi target perusahaan. Berikut grafik *Fuel ratio* setelah perbaikan.



Gambar 10. Grafik *Fuel Ratio* Aktual, Plan Dan Perbaikan

6. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terdapat hal yang dapat disimpulkan seperti berikut:

1. Nilai *fuel ratio* aktual *dump truck* Volvo FMX440 sebesar 0,35 liter/bcm akibat kondisi geometri jalan yang belum ideal, yang menyebabkan tingginya hambatan gerak dan konsumsi bahan bakar mencapai 6757 liter/bulan
2. Setelah dilakukan perbaikan geometri jalan, terjadi penurunan total *resistance* pada beberapa segmen yang berdampak pada peningkatan efisiensi alat angkut. Konsumsi bahan bakar menurun menjadi 6.049,23 liter/bulan, dan produktivitas meningkat menjadi 92.116,39 bcm/bulan, sehingga nilai *fuel ratio* menurun menjadi 0,26 liter/bcm, lebih baik dari target perusahaan.
3. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa perbaikan geometri jalan memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan efisiensi operasional, dengan menurunkan konsumsi bahan bakar, meningkatkan produktivitas, dan menjadikan kinerja *dump truck* Volvo FMX440 lebih ekonomis serta efisien dalam kegiatan pengupasan *overburden*.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian ini penulis menyarankan:

1. Peninjauan rutin dan perawatan jalan yang sesuai dengan standar kempen ESDM 1827K/MEM/2018 yang dilakukan oleh devisi produksi untuk mengoptimalkan kerja mesin alat angkut untuk mencapai target produksi yang optimal dan penggunaan bahan bakar yang sesuai dengan target perusahaan.
2. Perlu dilakukan pemantauan berkala untuk nilai *fuel ratio* dan konsumsi bahan bakar alat angkut dengan terjadinya permasalahan tersebut bisa langsung ditidakanjuti.
3. Perlunya pengawasan kepada operator secara berkala guna menjaga kestabilan kecepatan alat angkut sesuai dengan standar yang diberikan oleh perusahaan untuk menghindari penggunaan bahan bakar yang tinggi.

Referensi

- [1] AASHTO (2004). *A Policy On Geometric Design Of Highways And Streets*.
- [2] Afni Nelvi. (2023). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Truck Mitsubishi Fuso 220 Pada Pengangkutan Batubara Berdasarkan Rimpull (Studi Kasus: PT. Haswi Kencana Indah). *Jurnal Teknik Dan Teknologi Tepat Guna*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.62357/j-t3g.v2i1.141>
- [3] Alibin, O., Tuminda, A., Hartiningsih, E., Indrajati, R., & Tambing, S. (2024). Studi Unjuk Kerja Peralatan Penambangan Nikel Berdasarkan Target Produksi pada Blok EHJ Pit Mawar dan Pit 3 di PT.Bumi Nikel Nusantara DesaPuuuwonua, Kecamatan Andowia , Kabupaten Konawe Utara , Provinsi Sulawesi Tenggara (PA), ketersediaan mekanik. *Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumian, Ilmu Perkapalan*, 2(4).
- [4] Anaperta, Y. M., & Ikmal, M. (2018). Evaluasi Pengaruh Geometri Jalan Angkut Overburden Terhadap Produksi OHT Caterpillar 777D Dari Pit 1 Utara Loading Point CE 7139 Menuju Ipd 1 N, PT. Adimatra Baratama Nusantara, Sanga-sanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur 15. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Pendidikan* 11(2).
- [5] Cahyadi, R., Anggraini, T., & Iskandar, I. (2022). *the Comparative Analysis of Plan and Actualfuel Ratio on the Loading Fm260 Jd Dump Truck on the Activities of Overburden Removal and Coal*. 2(3), 829–842.
- [6]Husain,J.R.,&Nurwaskito,A.(2016)*Analisis geometri jalan di tambang utara*. 04(1), 39–43.
- [7] Hustrulid, W., Kuchta, M., & Martin, R. (2013). *Open Pit Mine Planning & Design 3rd Edition*.
- [8]Joel, F., Sihombing, S., Pangaribuan, O., Pertambangan, M. T., Mineral, F. T., Fakultas, D., Industri, T., Fakultas, D., Mineral, T., & Utara, S. (2022). *Site Perambahan Kota Sawah Lunto Provinsi Sumatera Barat*. 04(02), 125–137.

- [9] Laura Puspita Sari. (2021). Fuel consumption efficiency regarding the road quality in the coal mine: a case study. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 5(1), 25–34.
<https://doi.org/10.30656/jsmi.v5i1.2995>
- [10] Max, R. O., Max, B. L., & Weight, G. V. (2025). *FMX D13 6x4 Rigid Diesel Rear Leaf FMX 64R 3L Chassis Dimensions [mm] WB Wheelbase Center of rear axle to front of body Rear Overhang (Min .) Body Length (Min .) Chassis Weights [kg] Turning Diameter [mm] Turning Circle Diameter Kerb to Kerb Plate*. 1(7), 1–7.
- [11] Muliardi, F., & Gusman, M. (2024). Analisis Pengaruh Geometri Jalan Pit Section A Beserta Total Resistance Terhadap Speed dan Fuel Consumption Dump Truck Terex TR50D di PT XYZ. *Journals Mining Engineering: Bina Tambang*, 9(2), 187–197.
- [12] Nujum, K., Isjudarto, A., & Adnyano, A. (2015). Keserasian Kerja Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengambilan Lumpur Dan Tanah Pucuk Di Pt. Newmont Nusa Tenggara Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. *STTN Yogyakarta*, 289–296.
- [13] Oemiati, N., Revisdah, R., & Rahmawati, R. (2020). Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden). *Bearing : Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, 6(3).
<https://doi.org/10.32502/jbearing.2842202063>
- [14] Pemerintah Indonesia (2018). Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018: Pendoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik. Lembaga Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 30. Jakarta: Sekretariat Negara.