

Analisis Ketidaksesuaian Geometri Jalan serta Efek *Total Resistance* Terhadap Konsumsi dan Biaya Bahan Bakar *Dump Truck* Sany SKT80S di PT Bara Prima Pratama, Provinsi Riau

M. Afwan Yorba*, Riam Marlina A., Tri Gamela Saldy, Aulia Hidayat Burhamidar

Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

* muhammadafwanyorba@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketidaksesuaian geometri jalan serta efek *resistance* guna meningkatkan produktivitas dan konsumsi bahan bakar *Dump Truck* SANY SKT80S. Selain itu, penelitian ini juga menghitung berapa jumlah konsumsi serta biaya bahan bakar optimal yang harus dikeluarkan perusahaan pada kondisi aktual dan setelah dilakukan perbaikan. Metode penelitian yang dilakukan adalah penelitian terapan (*applied research*), dimana penelitian terapan ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk mencari solusi terkait masalah yang ada di lapangan. Penelitian ini berfokus pada evaluasi kondisi alat dan kondisi jalan terhadap konsumsi serta biaya bahan bakar untuk peningkatan produktivitas *overburden* pada alat *dump truck* SANY SKT80S. Jadi, objek penelitian dari penelitian ini adalah kondisi alat angkut SANY SKT80S serta kondisi jalan dari *front* 1 menuju *disposal* pada PT Bara Prima Pratama. Hasil dari penelitian ini menunjukkan dengan perbaikan yang dilakukan pada geometri jalan sesuai dengan standar yang dan serta perbaikan *total resistance*, terdapat kenaikan produktivitas sebesar 220.321 BCM/bulan, telah sesuai dengan plan yang ditetapkan perusahaan yaitu 213.070 BCM/bulan dengan diiringi penurunan konsumsi bahan bakar alat angkut yaitu dari 23,67 lliter/jam menjadi 21,39 liter/jam. Sehingga biaya yang dikeluarkan untuk konsumsi bahan bakar juga ikut menurun, dimana sebelum dilakukan perbaikan biaya konsumsi bahan bakar sebesar Rp947.136.762 per bulan dan setelah dilakukan perbaikan biaya konsumsi bahan bakar menjadi Rp855.786.070 per bulan dalam satu *fleet*.

Kata kunci: *geometri jalan, total resistance, produktivitas, konsumsi bahan bakar, biaya bahan bakar*

Abstract. This study aims to analyze the geometric discrepancies of roads and their resistance effects in order to enhance the productivity and fuel consumption of the SANY SKT80S Dump Truck. Additionally, this research calculates the optimal fuel consumption and costs that the company must incur under current conditions and after improvements have been made. The research employed an applied research methodology, which seeks to find solutions to existing field problems. This study focuses on evaluating the condition of the equipment and the road in relation to fuel consumption and costs to improve the *overburden* productivity of the SANY SKT80S dump truck. Hence, the object of this research is the operational condition of the SANY SKT80S transport vehicle and the road conditions from *Front 1* to the disposal site at PT. Bara Prima Pratama. The results indicate that with improvements made to the road geometry in accordance with the standards, as well as total resistance enhancements, there was an increase in productivity of 220.321 BCM/month, which aligns with the company's target of 213.070 BCM/month. Concurrently, the fuel consumption of the transport vehicle decreased from 23.67 liters/hour to 21.39 liters/hour. Consequently, the costs incurred for fuel consumption also decreased; prior to the improvements, fuel expenses amounted to Rp947,136,762 per month, whereas after the improvements, the cost was reduced to Rp855,786,070 per month for one fleet.

Keywords: *road geometry, total resistance, productivity, fuel consumption, fuel costs*

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

1. Pendahuluan

PT Bara Prima Pratama (BPP) merupakan perusahaan swasta nasional yang independen, berbadan hukum dan terintegrasi, khususnya perusahaan pertambangan batubara yang memproduksi dan memasok batubara untuk keberlanjutan energi. PT Bara Prima Pratama memulai proses penambangan dengan mengupas tanah pucuk dan *overburden* menggunakan alat muat Excavator Doosan DX800LC berjumlah 15 unit dan excavator Doosan DX500LC dengan jumlah 6, sedangkan alat angkut yang digunakan yaitu: VOLVO FM440 dan SANY SKT80S. Selanjutnya, PT. Bara Prima Pratama menambang batubara menggunakan alat gali dan muat excavator Doosan DX300LC sedangkan alat angkut yang digunakan ialah *dumptruck* Hino 500TI dengan estimasi produktivitas sejumlah 100.000 ton per

bulan. PT. Bara Prima Pratama memiliki 2 pit diantaranya: Pit Selatan, dan Pit Utara.

Penelitian ini dilakukan di Pit selatan dengan front kerja yang mempunyai karakteristik kemiringan yang relatif lebih tinggi. Adanya karakteristik kondisi jalan angkut *overburden* menyebabkan load factor pada mesin alat angkut berbeda satu sama lain. Jika load factor pada mesin tinggi maka tingkat konsumsi dan rasio bahan bakar alat angkut semakin tinggi mengakibatkan peningkatan biaya operasional produksi yang semakin besar. Beberapa hal yang mempengaruhi operasional *overburden* ialah operasional alat gali muat dan alat angkut, efisiensi kerja dari alat gali muat dan alat angkut, produktivitas dari alat, kondisi front pengupasan *overburden*, metode pemuatan, jam kerja, sampai dengan skill operator.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Geometri Jalan Angkut

Lalan tambang merupakan jalan khusus yang diperuntukkan bagi kegiatan pertambangan, terletak di daerah pertambangan atau proyek dan terdiri atas jalan penunjang dan jalan tambang. Jalan pertambangan/produksi adalah jalan yang terletak di wilayah pertambangan dan/atau proyek yang dipergunakan dan dilalui oleh alat berat pengolah tanah mekanis dan alat penunjang lainnya untuk mengangkut tanah penutup, material tambang dan kegiatan penunjang pertambangan.[8]

2.1.1 Lebar Jalan Lurus

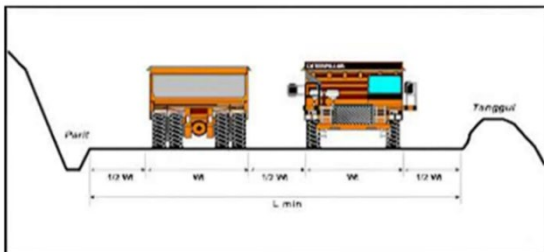
Lebar jalan angkut di area tambang umumnya dirancang untuk mendukung penggunaan dua jalur dengan sistem lalu lintas satu arah atau dua arah. lebar jalan angkut pada kondisi jalan lurus dengan jalur tunggal maupun jalur ganda atau lebih yaitu minimal setengah dari lebar alat angkut yang digunakan[8], dengan rumus:

$$L_{min} = n \cdot W_t + (n+1)(1/2 \cdot W_t) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- L_{min} = Lebar Jalan Angkut Minimum (M)
- n = Jumlah Jalur
- W_t = Lebar Alat Angkut (M)

Berikut gambar dari lebar jalan lurus berdasarkan lebar unit pada Gambar 1.



Gambar 1. Lebar jalan Lurus

2.1.2 Lebar Jalan Tikungan

Di area tikungan, jalan angkut memiliki ukuran yang lebih lebar dibandingkan jalan yang lurus. Untuk jalur ganda, lebar minimum jalan di tikungan ditetapkan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, seperti lebar tapak roda, overhang kendaraan di bagian depan dan belakang saat berbelok, jarak antar kendaraan saat bersimpangan, serta jarak aman dari kedua sisi tepi jalan. Lebar jalan tikungan tambang diukur menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W_{min} = \{(n \times (U+Fa+Fb+Z))+C\} \dots \dots \dots (2)$$

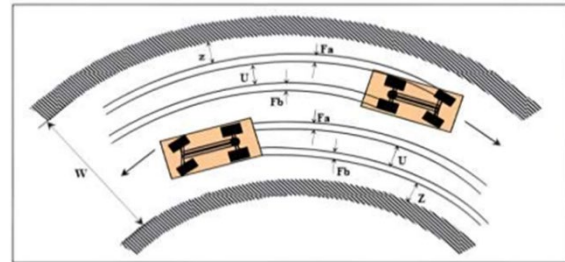
$$Z = \{(U + Fa + Fb) / 2\} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- U = Lebar Jejak Roda (M)
- n = Jumlah Jalur.

- F_a = Lebar *Overhang* Depan (M) $A_d \times \sin A$
(Lebar Juntai Depan, M)
- F_b = Lebar *Overhang* Belakang (M) $A_b \times \sin A$
(Lebar Juntai Belakang, M)
- Z = Lebar Bagian Tepi Jalan (M)
- C = Jarak Antar Alat Angkut Yang Berpapasan (M)
- A = Sudut Penyimpangan Roda Depan (°)

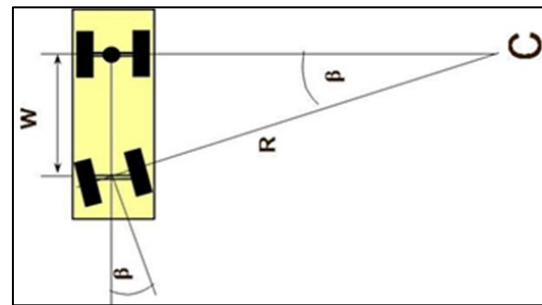
Berikut gambar dari lebar jalan tikungan berdasarkan lebar unit maksimal Gambar 2.



Gambar 2. Lebar Jalan Tikungan

2.1.3 Jari-Jari Tikungan

Jari-jari tikungan jalan tambang merupakan salah satu faktor penting dalam desain dan konstruksi jalan tambang. Hal ini karena jari-jari tikungan yang tepat akan memastikan kelancaran dan keselamatan operasional alat angkut. Jari-jari tikungan yang ideal harus mempertimbangkan beberapa faktor, antara lain jarak horizontal antara poros roda depan dan belakang alat angkut, kecepatan alat angkut, gesekan roda ban dengan permukaan jalan, dan Superelevasi. Berikut gambar dari jari-jari tikungan pada Gambar 3.



Gambar 3. Jari-jari Tikungan

Oleh karena itu, jari-jari tikungan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$R = \frac{v^2}{127 \times e} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

- R = Jari-jari tikungan (m)
- V = Kecepatan rencana kendaraan (Km/Jam)
- e = Nilai Superelevasi
- f = *friction factor*

2.1.5 *Superelevasi*

Superelevasi ini bertujuan untuk membantu kendaraan dalam mengatasi tikungan. Dengan Superelevasi yang ada, diharapkan alat angkut tidak tergelincir pada saat melewati tikungan dengan kecepatan yang maksimum.

Rumus yang umum digunakan adalah :

$$E + f = V^2 / (12 \times R) \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

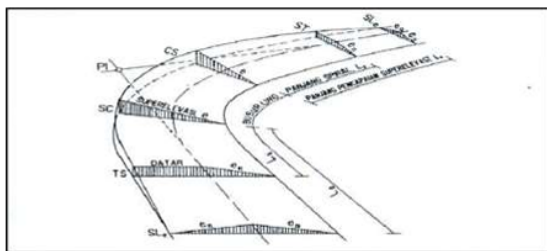
E = Superelevasi Maksimal Pada Tikungan Jalan

F = Koefisien Gesekan (Friction)

V = Kecepatan Rencana (Km/Jam)

R = Jari-Jari Lengkungan Belokan (M)

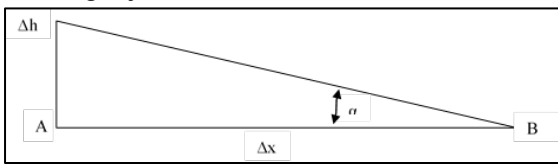
Berikut gambar dari Superelevasi jalan angkut pada Gambar 4.



Gambar 3. Superelevasi Jalan Angkut

2.1.6 *Kemiringan Jalan Angkut (Grade)*

Kemiringan jalan angkut (*grade*) merupakan suatu faktor penting yang harus diamati secara detail dalam kegiatan kajian terhadap kondisi jalan tambang. Hal ini dikarenakan kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut (*grade*), baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Berikut gambar kemiringan jalan Gambar 5.



Gambar 4. *Grade* Jalan

Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dihitung dengan mempergunakan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan:

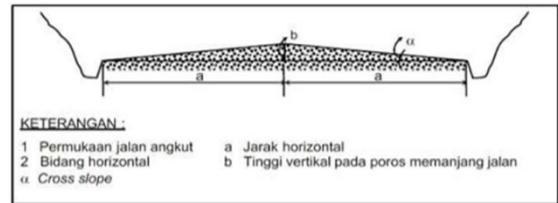
Δ h = Beda tinggi antara dua titik yang diukur

Δ x = Jarak datar antara dua titik yang diukur

2.1.7 *Cross Fall*

Cross fall adalah sudut kemiringan yang membentuk dua sisi terhadap bidang horizontal jalan tambang. *Cross fall* atau kemiringan melintang

pada jalan angkut harus dirancang dengan perbedaan elevasi untuk memastikan air hujan atau limpasan tidak menggenang di permukaan jalan. Berikut Gambar yang menunjukkan *Cross fall* Gambar 6.



Gambar 6. *Cross Fall* Jalan

Berikut rumus yang digunakan:

$$a = \frac{1}{2} \times L \dots\dots\dots(7)$$

$$b = a \times 20 \text{ mm/m} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

a = Jarak horixontal (m)

b = Tinggi vertical pada poros memanjang jalan

2.2 Produktivitas Alat

2.2.1 *Efisiensi Kerja*

Efisiensi kerja merupakan ukuran kinerja suatu pekerjaan, yang dihitung sebagai perbandingan antara waktu yang benar-benar digunakan untuk bekerja dengan total waktu yang tersedia, biasanya dinyatakan dalam persentase.

Adapun persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja adalah sebagai berikut:

$$We = Wtp - (Whd + Wtd) \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

We = Waktu kerja Efektif (menit)

Wtp = Waktu kerja yang tersedia (menit)

Whd = Waktu hambatan yang dapat dihindari (menit)

Wtd = Waktu hambatan yang tidak dapat dihindari (menit)

Ek = Efisiensi kerja (%)

2.2.2 *Ketersediaan Alat Mekanis*

Beberapa jenis availability alat yang dapat menunjukkan keadaan alat mekanis dan keefektifan penggunaannya antara lain:

$$MA = \frac{\text{Hours Worked}}{\text{Hours Workers} + \text{Repairs Hours}} \times 100\% \dots\dots(10)$$

Keterangan :

MA = *Mechanical Availability*

Hours Worked = Waktu yang dimulai dari operator berada di dalam suatu alat dimana alat tersebut dalam keadaan siap dipakai.

Repairs = Waktu yang hilang dikarenakan menunggu perbaikan alat juga termasuk waktu

untuk penyediaan suku cadang dan waktu perawatan preventif.

$$PA = \frac{\text{Hours Worked} + \text{standby hours}}{\text{Schedule hours}} \times 100\% \dots (11)$$

Keterangan :

PA = *Physical availability*
Hours Worked = Waktu yang dimulai dari operator berada di dalam suatu alat dimana alat tersebut dalam keadaan siap dipakai.
Repairs Hours = Waktu yang hilang dikarenakan menunggu perbaikan alat juga termasuk waktu untuk penyediaan suku cadang dan waktu perawatan preventif.

$$UA = \frac{\text{Hours Worked}}{\text{Hours Worked} + \text{Standby hours}} \times 100 \dots (12)$$

Keterangan:

UA = *Use of Availability*
Hours Worked = Waktu yang dimulai dari operator berada di dalam suatu alat dimana alat tersebut dalam keadaan siap dipakai.
Repairs Hours = Waktu yang hilang dikarenakan menunggu perbaikan alat juga termasuk waktu untuk penyediaan suku cadang dan waktu perawatan preventif.

$$EU = \frac{\text{Hours Worked}}{\text{Total hours}} \times 100 \dots (13)$$

Keterangan :

EU = *Effective Utilization*
Hours Worked = Waktu yang dimulai dari operator berada di dalam suatu alat dimana alat tersebut dalam keadaan siap dipakai.

2.2.2 Waktu Edar (Cycle Time)

Merupakan waktu yang diperlukan oleh alat untuk menghasilkan daur kerja.

$$CTa = \frac{Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6}{60} \dots (14)$$

Keterangan:

CTa = waktu edar alat angkut, menit
Ta1 = waktu mengambil posisi untuk siap dimuati, detik
Ta2 = waktu diisi muatan, detik
Ta3 = waktu mengangkut muatan, detik
Ta4 = waktu mengambil posisi untuk penumpahan, detik
Ta5 = waktu muatan ditumpahkan (dumping), detik
Ta6 = waktu kembali kosong, detik

2.2.3 Produktivitas Alat Angkut

Produksi optimal yang dapat dicapai oleh dump truck dalam waktu operasional yang tersedia dihitung dengan mempertimbangkan berbagai faktor koreksi yang memengaruhinya.

$$Qm = \frac{n \times Kb \times Ff \times SF \times Eff \times 60}{Ct} \dots (19)$$

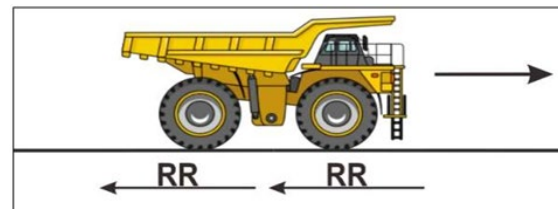
Keterangan :

n = Jumlah pengisian *bucket* ke *dump truck*
Qm = Produktivitas alat angkut (ton/jam)
Kb = Kapasitas *bucket* (m³)
Ff = *Fill factor bucket*
SF = *Swell factor*
Eff = *Effisiensi kerja*
Ct = *Cycle time*

2.3 Pengaruh Konsumsi Bahan Bakar

2.3.1 Rolling Resistance

Rolling Resistance merupakan gaya yang bekerja tidak searah dengan arah 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 gambar Ilustrasi *Rolling Resistance* pada Gambar 7.



Gambar 5. Ilustrasi *Rolling Resistance*

Digunakan rumus berikut :

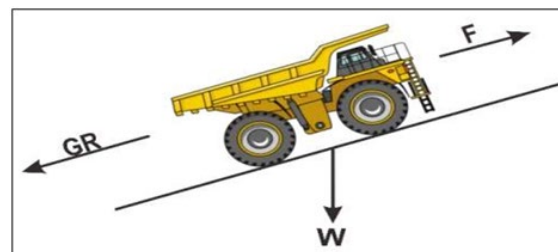
$$RR = CRR \times G \dots (20)$$

Keterangan:

RR = *Rolling Resistance (Lbs)*
CRR = *Koefisien Rolling Resistance*
G = *Berat Operasional Alat (Lbs)*

2.3.2 Grade Resistance

Grade resistance digunakan untuk menghitung besarnya tenaga mesin yang diperlukan oleh alat angkut saat melintasi jalan menanjak atau memiliki kemiringan tertentu. Berikut gambar ilustrasi *grade resistance* pada Gambar 8.



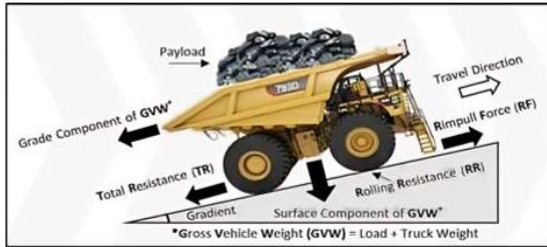
Gambar 6. Ilustrasi *Grade Resistance*

Grade resistance dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$GR = \text{Berat Kendaraan} \times \text{Grade} \times 20 \text{ lb/ton} \dots (21)$$

2.3.3 Rimpull

Rimpull (RP) merupakan besarnya kekuatan tarik yang dapat diberikan oleh mesin atau alat tersebut kepada permukaan roda atau ban penggeraknya yang menyentuh permukaan jalan angkut. Berikut terdapat pada gambar 10 penjelasan mengenai rimpull.



Gambar 7. Ilustrasi Rimpull

Dihitungan dengan rumus persamaan berikut :

$$RP = \frac{HP \text{ kendaraan} \times 375 \times \text{Efisiensi mekanis}}{v} \dots\dots\dots(22)$$

Keterangan :

- RP = Rimpull, kekuatan tarik kendaraan (lbs)
- HP = Horse Power (Tenaga Mesin) (HP)
- Eff = Efisiensi mesin
- V = Kecepatan mesin (km/jam)

2.3.4 Kecepatan (Speed)

Kecepatan adalah faktor kunci dalam produksi *overburden*. Jika kecepatan yang direncanakan tidak tercapai, maka produktivitas alat angkut juga tidak akan optimal.

$$Kec = \frac{HP \text{ kendaraan} \times 375 \times \text{Efisiensi mekanis}}{\text{Rimpull}} \dots\dots\dots(23)$$

Keterangan:

Hp Kendaraan = Horse Power (Tenaga Kuda) Alat Angkut

2.3.5 Load Factor

Load factor adalah suatu faktor pengali untuk memperoleh *horse power* yang sesungguhnya, sehubungan dengan pengertian bahwa tenaga maksimum tidak dipergunakan menerus selama periode kerja, jadi besar kecilnya *load factor* tergantung pada kondisi kerjanya.

Rumus perhitungan *load factor* :

$$\text{Load Factor} = \frac{\text{Rimpull Terpakai}}{\text{Rimpull yang tersedia di alat}} \dots\dots\dots(24)$$

2.3.6 Fuel Consumption

Fuel Consumption merupakan hal utama yang selalu jadi pertimbangan untuk pemilihan suatu alat karena secara umum *fuel consumption* penyumbang *cost* operasional yang paling besar.

Hal ini dapat dihitung dengan rumus :

$$FC = \frac{\text{weight of furl used} \times \text{Brake HP} \times \text{load factor}}{\text{Weigh of fuel/gallon}} \dots\dots(25)$$

Keterangan:

- Fuel Counsumption = Konsumsi bahan bakar hauler
- Weight of fuel used = Berat bahan bakar yang digunakan hauler
- Brake HP = Daya mesin
- Load Factor = Berat Kerja alat
- Weight of fuel/gallon = Densitas bahan bakar (solar)

2.3.7 Fuel Ratio

Fuel Ratio adalah nilai perbandingan antara penggunaan bahan bakar per jam (liter/jam) dengan hasil produksi dalam per jam (ton/jam).

$$FR = \frac{FC}{P} \dots\dots\dots(26)$$

Keterangan:

- FR = Fuel ratio (Liter/BCM) (Liter/ton)
- FC = Fuel consumption (Liter)
- P = Produksi (BCM)

2.3.7 Biaya Bahan Bakar

Biaya bahan bakar merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk mengoperasikan alat berat, masing- masing jenis alat berat memiliki *fuel consumption* yang berbeda –beda. Berikut untuk mendapatkan hasil dari *cost* per bcm adalah hasil total *fuel consumption* dikalikan dengan harga biaya solar per liter sebagai berikut :

$$\text{Biaya Fuel} = \text{Fuel consumption} \times \text{Harga solar per liter} \dots\dots\dots(27)$$

3. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian terapan (*applied research*), dimana penelitian terapan ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk mencari solusi terkait masalah yang ada di lapangan. Penelitian ini juga dilakukan dengan menggabungkan antara data teori dan praktik di lapangan sehingga data yang disajikan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif.

3.2 Jenis Data

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

- a. Data Primer
 - 1) Data geometri jalan
 - a) Panjang jalan
 - b) Lebar jalan lurus dan tikungan
 - c) Grade jalan
 - d) *Superelevasi*
 - e) *Cross Fall*
 - 2) Cycle time alat angkut SANY SKT80S

b. Data Sekunder

- 1) Data ketersediaan alat mekanis (MA,PA,UA,EU)
- 2) Data produktivitas alat angkut plan dan aktual SANY SKT80S
- 3) Data penggunaan bahan bakar angkut plan dan aktual
- 4) Data *fuel ratio*
- 5) Biaya *fuel*
- 6) Spesifikasi alat angkut SANY SKT80S

c. Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data *cycle time* dilakukan dengan bantuan stopwatch, data yang diambil berupa data manuver alat angkut dalam keadaan kosong, waktu pengisian, waktu hauling isi, waktu manuver isi, waktu dumping, dan waktu hauling kosong serta kecepatan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Pengaruh Geometri Jalan dan Total Resistance Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

4.1.1 Perbaikan Geometri Jalan

Tabel 1. Perbaikan Lebar Jalan Lurus

Segmen	Lebar Segmen (m)	Lebar Ideal (m)	Kondisi	Penambahan Lebar Jalan (m)
1	9,218	12	Tidak Ideal	2,782
3	13,556	12	Ideal	-
4	14,267	12	Ideal	-
6	16,829	12	Ideal	-
8	13,409	12	Ideal	-
9	13,008	12	Ideal	-

Tabel 2. Perbaikan Lebar Tikungan

Segmen	Grade (%)	Grade Ideal (%)	Kondisi	Grade Perbaikan (%)
1	3,53	12	Ideal	3,53
2	13,018	12	Tidak Ideal	12
3	12,21	12	Tidak Ideal	12
4	9,86	12	Ideal	9,86
5	-0,56	12	Ideal	-0,56
6	-1,76	12	Ideal	-1,76
7	2,26	12	Ideal	2,26
8	5,38	12	Ideal	5,39
9	-3,68	12	Ideal	-3,68
10	4,53	12	Ideal	4,53

Tabel 3. Perbaikan Grade Jalan

Segmen	Lebar Segmen	Lebar Tikungan Ideal (m)	Kondisi
--------	--------------	--------------------------	---------

Tikungan (m)			
2	22,233	16,54	Ideal
5	18,27	16,54	Ideal
7	19,041	16,54	Ideal
10	10,053	16,54	Ideal

Tabel 4. Perbaikan *Superelevasi*

Segmen	Beda Tinggi (m)	Beda Tinggi Ideal (m)	Kondisi	Penambahan Beda Tinggi (m)
2	0,892	0,7	Ideal	-
5	0,811	0,7	Ideal	-
7	0,299	0,7	Tidak Ideal	0,4
10	0,466	0,7	Tidak Ideal	0,2

Tabel 5. Perbaikan *Cross Fall*

Segmen	Beda Tinggi	Beda Tinggi Ideal (m)	Kondisi	Penambahan Beda Tinggi(m)
1	0,43	0,12	Ideal	-
3	0,27	0,12	Ideal	-
4	0,741	0,12	Ideal	-
6	0,811	0,12	Ideal	-
8	0	0,12	Tidak Ideal	0,12
9	0,328	0,12	Ideal	-

4.1.2 Perhitungan Total Resistance

a. *Rolling Resistance*

$$\begin{aligned} \text{RR Bermuatan} &= \text{CRR} \times \text{Berat Kendaraan} \\ &= 100 \text{ lb/ton} \times 73,46 \text{ ton} \\ &= 7.346 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RR Kosongan} &= \text{CRR} \times \text{Berat Kendaraan} \\ &= 100 \text{ lb/ton} \times 30 \text{ ton} \\ &= 3.000 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

Perbaikan *Rolling Resistance*

$$\begin{aligned} \text{RR Bermuatan} &= \text{CRR} \times \text{Berat Kendaraan} \\ &= 80 \text{ lb/ton} \times 73,46 \text{ Ton} \\ &= 5.876,80 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RR Kosongan} &= \text{CRR} \times \text{Berat Kendaraan} \\ &= 80 \text{ lb/ton} \times 30 \text{ ton} \\ &= 2.400 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

b. *Grade Resistance*

Berikut salah satu perhitungan nilai Grade Resistance lajur kendaraan bermuatan untuk segmen 2.

$$\begin{aligned} \text{Grade Resistance} &= \text{Berat Kendaraan Bermuatan} \times \\ &\quad \text{Grade Jalan} \times 20 \text{ lb/ton} \\ &= 73,46 \text{ Ton} \times 13,018\% \times 20 \\ &\quad \text{lb/ton} \\ &= 19.126,56 \text{ lb} \end{aligned}$$

Perbaikan Nilai *Grade Resistance*

$$\begin{aligned} \text{Grade Resistance} &= \text{Berat Kendaraan Bermuatan} \times \\ &\quad \text{Grade Jalan} \times 20 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$= 73,46 \text{ ton} \times 12\% \times 20 \text{ lb/ton}$$

$$= 17.630,4 \text{ lb}$$

Tabel 6. Nilai Total Resistance

Segmen	Aktual		Setelah Perbaikan	
	L. Bermuatan	L. Kosongan	L. Bermuatan	L. Kosongan
1	12538,80	282,10	10335,00	-617,90
2	26472,56	5207,77	22772,60	4307,77
3	25286,86	-229,42	22772,60	-1129,42
4	21828,68	1646,58	19624,88	746,58
5	6529,27	4058,00	4325,47	3158,00
6	4755,31	3333,54	2551,51	2433,54
7	10660,08	-2914,52	8456,28	-3814,52
8	15253,78	-4326,79	13049,98	-5100,00
9	1939,91	-4811,01	-263,89	-5100,00
10	14001,23	879,34	11797,43	-20,66
Rata-Rata	13926,65	312,56	11542,19	-513,66

4.1.3 Rimpull

Untuk menghitung total rimpull itu sendiri perlu dihitung rimpul total resistance maka perhitungan untuk rimpul pada total resistance alat berat dengan perhitungan berikut pada segmen 2:

$$\text{Rimpull RR Bermuatan} = \text{Berat Bermuatan} \times \text{Koefisien RR (CRR)}$$

$$= 73,46 \text{ ton} \times 80$$

$$= 2.400 \text{ lb}$$

$$\text{Rimpul GR Bermuatan} = \text{Grade} \times \text{Berat Bermuatan} \times 20 \text{ lb/ton}$$

$$= 12\% \times 73,46 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton}$$

$$= 17.630 \text{ lb}$$

$$\text{R. Percepatan} = \frac{\text{gaya percepatan (f)} \times \text{percepatan gravitasi (g)}}{\text{berat muatan (w)}}$$

$$= \frac{24.105,80 \text{ lb} \times 32,2}{161.612 \text{ lbs}}$$

$$= 154,8 \text{ mph/min} = 200 \text{ lb}$$

Tabel 7. Nilai Total Rimpull

Segmen	Rimpul Percepatan (lb/ton)		Total Rimpul (lb/ton)	
	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Bermuatan
1	200	200	1	200
2	400	500	2	400
3	400	500	3	400
4	400	400	4	400
5	100	200	5	100
6	100	200	6	100
7	100	200	7	100
8	100	400	8	100

Segmen	Rimpul Percepatan (lb/ton)		Total Rimpul (lb/ton)	
	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Bermuatan
9	100	200	9	100
10	100	200	10	100

4.1.4 Optimalisasi Kecepatan

Setelah diketahui nilai Rimpull total, langkah selanjutnya melakukan perhitungan nilai kecepatan setelah dilakukan perbaikan dengan batasan kecepatan maksimal ialah 40 km/jam, salah satu perhitungan nilai kecepatan pada segmen 2 lajur bermuatan dengan rumus berikut.

$$\text{Kecepatan} = \frac{(\text{HPK} \times 375 \times \text{Efisiensi mekanis})}{\text{Rimpull}}$$

$$= \frac{(453 \times 375 \times 0,85)}{23.907,20}$$

$$= 6,04 \text{ mph} \times 1,6093 = 8,78 \text{ Km/Jam}$$

Tabel 8. Optimalisasi Nilai Kecepatan

Segmen	Kecepatan Aktual (Km/Jam)		Kecepatan Setelah Perbaikan (Km/Jam)	
	Laju Bermuatan	Laju Kosongan	Laju Bermuatan	Laju Kosongan
1	18,53	40,00	20,62	40,00
2	8,78	40,00	9,72	40,00
3	9,19	37,30	9,72	40,00
4	10,65	40,00	11,19	40,00
5	28,47	40,00	34,21	40,00
6	23,39	40,00	27,12	40,00
7	21,80	26,07	25,01	27,95
8	15,23	22,50	16,74	24,21
9	18,22	21,49	20,41	24,21
10	16,60	40,00	18,40	40,00
Rata-Rata	17,09	34,74	19,31	35,64

Tabel 9. Perbaikan Nilai Fuel Consumption

Segmen	Load Factor		Fuel Consumption (gall/jam)	
	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	0,343	0,162	5,99	2,83
2	0,727	0,155	12,71	2,45
3	0,727	0,186	12,71	2,99
4	0,631	0,126	11,03	2,00
5	0,207	0,111	3,61	1,84
6	0,260	0,089	4,55	1,45
7	0,282	0,259	4,94	4,42
8	0,422	0,304	7,38	5,10
9	0,346	0,298	6,05	5,10
10	0,384	0,144	6,71	2,40

Segmen	Load Factor		Fuel Consumption (gall/jam)	
	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
Jumlah	0,43	0,18	7,57	3,06

4.2 Analisis Nilai Produktivitas dan Biaya Bahan Bakar

4.2.1 Produktivitas Alat Angkut Setelah Perbaikan
Berikut tabel hasil perhitungan perbaikan produktivitas.

Tabel 10. Analisa Hasil Produktivitas

Jumlah Pengisian alat muat ke alat angkut (n)	6
Kapasitas bucket (ql)	5,58 m ³
Fill Factor (ff)	0,8
Efisiensi Kerja (Eff)	0,74 Jam
Swell Factor (SF)	0,85
Cycle Time (CT)	10,4 Menit

Tabel 11. Nilai Perbaikan Produktivitas

Keterangan	Satuan	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Jumlah Pengisian alat muat ke alat angkut (n)	kali	6	6
Kapasitas bucket (ql)	m ³	5,58	5,58
Fill Factor (FF)	%	80	80
Muatan terangkut bcm (C)	Bcm	22,77	22,77
Efisiensi Kerja (Eff)	Jam	0,74	0,74
Swell Factor (SF)	85%	85	85
Cycle Time (CT)	Menit	11,27	8,38
Jumlah Unit		4	4
Produktivitas	BCM/Jam	76,560	82,821
	BCM/jam/4 unit	306,239	331,285
	BCM/hari	5.461,26	5.907,92
Produksi Hauler	BCM/bulan	163.838	177.238

4.2.2 Biaya Bahan Bakar Setelah Perbaikan

Biaya yang harus dikeluarkan untuk satu unit alat angkut SANY SKT80S setelah melakukan perbaikan konsumsi bahan bakar akan mengalami penurunan dengan perhitungan sebagai berikut.

Tabel 12. Biaya Konsumsi Bahan Bakar

	Harga Solar	Fuel Consumption (liter)	Fuel Cost
Aktual	Rp18.700	23,67	Rp442.587

		422,0752058	Rp7.892.806
		1688,300823	Rp31.571.225
		50649,02469	Rp947.136.762
		21,39	Rp399.900
		384,93	Rp7.131.551
Perbaikan	Rp18.700	1539,722051	Rp28.526.202
		46191,66154	Rp855.786.070

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Setelah dilakukan analisis geometri jalan terdapat beberapa kondisi jalan yang tidak sesuai dengan standar terutama pada grade jalan yaitu pada segmen 2 dan 3, kondisi grade jalan tersebut mencapai angka 13% dan 12,2% serta untuk total *resistance* kondisi aktual 26.672,56 lb dan 25.286,68 dengan produktivitas *overbarden* sebesar 163,838 BCM/bulan dan setelah dilakukannya perbaikan secara teoritis dimana grade jalan disesuaikan dengan standar KEPMEN 1827/K/30/MEM/2018 yaitu 12% berpengaruh juga terhadap total *resistance* yang mengalami penurunan menjadi 19.730 lb pada segmen 2 dan 3. Dengan perbaikan yang dilakukan pada penelitian ini, terdapat penurunan konsumsi bahan bakar alat angkut yaitu dari 23,67 liter/jam menjadi 21,39 liter/jam.
- Terdapat kenaikan jumlah produktivitas sebesar 220.321 BCM/bulan, telah sesuai dengan plan yang ditetapkan perusahaan yaitu 213.070 BCM/bulan dan dari perbaikan geometri jalan serta total *resistance* biaya yang dikeluarkan untuk konsumsi bahan bakar juga ikut menurun, dimana sebelum dilakukan perbaikan biaya konsumsi bahan bakar sebesar Rp947.136.762 per bulan dan setelah dilakukan perbaikan biaya konsumsi bahan bakar menjadi Rp855.786.070 per bulan dalam satu *fleet*. Hal ini membuktikan bahwa terdapat hubungan antara ketidaksesuaian geometri jalan terutama pada grade jalan dan efek *total resistance* terhadap konsumsi bahan bakar alat angkut SANY SKT80S.

5.2 Saran

- Merencanakan geometri jalan di beberapa segmen untuk memastikan jalan angkut dari front 1 ke disposal sesuai standar dan ideal untuk dilewati SANY SKT80S. Hal ini mencakup pengukuran ulang, penyesuaian lebar jalan, kemiringan jalan, serta penambahan

superelevasi di tikungan agar sesuai dengan regulasi yang berlaku.

2. Mengawasi geometri dan tekstur permukaan jalan angkut secara berkala untuk mencegah peningkatan *Total Resistance* yang dapat menurunkan produktivitas SANY SKT80S dan meningkatkan penggunaan konsumsi bahan bakar. Dilakukan pemeriksaan secara berkala oleh tim leader produksi untuk memastikan kondisi jalan selalu dalam keadaan optimal dan bebas hambatan, sehingga dapat memperlancar proses pengangkutan *overburden* dan mendapatkan nilai produktivitas yang lebih optimal.

Referensi

- [1] AASTHO – Association America Of State Transportion Higway, 2001, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Handbook Transportion.
- [2] Andi T Tenriajeng. (2003). *EXCA& DT Pemandahan_Tanah_Mekanis_Andi_Tenriajeng*.
- [3] Ardian, R. (2020). *Kajian Pengaruh Jarak Dan Kemiringan Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dengan Menggunakan Analisis Regresi Linier Berganda Di Tambang Sirtu Cv* 201–209.
http://repository.unisba.ac.id/bitstream/handle/123456789/30436/03Abstrak.pdf?sequence=3&isAllowed=y%0Ahttp://repository.unisba.ac.id/bitstream/handle/123456789/30436/08Bab4_RefdiArdian_10070112024_skr_2020.pdf?sequence=9&isAllowed=y
- [4] DwiErlan, W. (2024). *Evaluasi Biaya Fuel Dalam Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden) Di Pit 7c Pt Utama Wira Karya Jaya Perkasa Subkontraktor Pt Baturona Adimulya Evaluation Of Fuel Costs In Overburden Removal In Pit 7c Pt. 01(01)*, 19–22.
- [5] Erlan, W. D., Gumanti, S., & Yovanda, R. (2024). Evaluasi Biaya Fuel Dalam Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden) Di Pit 7c Pt Utama Wira Karya Jaya Perkasa Subkontraktor Pt Baturona Adimulya Kabupaten Musi Banyuasin, Sumsel. *Unpra Engineering Journal*, 1(1), 19–22.
- [6] Indonesianto, Y. 2005. Pemandahan Tanah Mekanis. Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- [7] Isgianda, F., Sumarya dan Prabowo, H. (2018). Evaluasi Biaya Dan Kebutuhan Alat Angkut Dan Alat Muat Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden) Pit B PT . Bina Bara Sejahtera Kecamatan Uluk Kupai , Kabupaten. *Jurnal Bina Tambang*, 3(3), 1255–1261.
- [8] Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K 30 MEM 2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik.
- [9] 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*. 9(2), 187–197.
- [10] Pradita Nurhakim, Iswandar, & Yunus Ashari. (2024). Pengaruh Geometri Jalan terhadap Konsumsi Bahan Bakar dalam Optimasi Pengangkutan Batubara. *Bandung Conference Series: Mining Engineering*, 4(1), 92–101. <https://doi.org/10.29313/bcsme.v4i1.11476>
- [11] Prodjosumarto, P. 1993. *Pemandahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [12] Pune, N. D., Anas, A. V., Novrianti, R., Tui, S., & Amalia, R. (2022). *Analisis Biaya Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Menggunakan Teori Antrean di Pt Harfia Graha Perkasa , Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan*. 26(2), 59–66. <https://doi.org/10.25042/jpe.112022.01>
- [13] Solar Industri Pertamina.(2025). *Harga Solar Industri Terbaru Hari ini 15-31 maret 2025*. <https://www.solarpertamina.com/2025/03/harga-solar-industri-terbaru-hari-ini.html>.
- [14] Shelendia, V., Oktavia, M., & Permana, I. S. (2021). *Overburden Di Pt. Surya Anugerah Sejahtera Kabupaten Bungo*. 2(September). <http://ojs.umb-bungo.ac.id/>
- [15] Awang, Suwandhi. (2004). Perencanaan Jalan Tambang, Universitas Islam Bandung. Bandung