

Analisis Pengaruh *Grade* Jalan Pada Proses Pengangkutan Overburden Terhadap Fuel Consumption Alat Angkut Dumptruck di PT.Baru Energi Lestari, Nagan Raya, Aceh Barat

Analysis Impact of Road Grade on The Process Overburden Removal Againsts Fuel Consumption of Hauler Dumptruck at PT. Bara Energi Lestari, Nagan Raya, Aceh Barat

Damitra Faris Akbar^{*1}, Reza Aryanto², Mixsindo Korra Herdyanti³

¹⁻³ Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti

Corr Author: ^{*}damitra22@gmail.com, ²reza.aryanto@trisakti.ac.id, ³mixsindokorra@trisakti.ac.id

ABSTRAK

PT. Bara Energi Lestari terletak di Kabupaten Nagan Raya, Aceh Barat. PT. Bara Energi Lestari melakukan kegiatan penambangan batubara menggunakan sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan sistem metode penambangan open pit dan menggunakan metode ripping untuk pengupasan tanah penutup (*overburden*). Belum adanya pengukuran aktual fuel consumption alat angkut serta terdapat *grade* jalan pada segmen belum memenuhi standar mendasari penelitian ini dengan menggunakan metode *action & research* dan metode statistik kuantitatif. Hasil analisa dan pengolahan didapatkan pemakaian konsumsi bahan bakar aktual rata-rata selama bulan April 2021 untuk unit alat angkut Iveco Trakker adalah 12,78 L/Jam sedangkan untuk unit alat angkut Mercedes-Benz 4340 adalah 14,78 L/Jam, dengan *grade* overall pada tiap fleet sebesar 6%. Dengan menggunakan metode regresi dan model scattering maka didapatkan nilai pengaruh kenaikan setiap 1% *grade* jalan pada pemakaian bahan bakar untuk unit alat angkut Iveco Trakker adalah 0,12 L/Jam dan untuk unit alat angkut Mercedes-Benz 4340 adalah 0,14 L/Jam.

Kata-kata kunci: 1% *grade* , alat angkut, konsumsi bahan bakar.

ABSTRACT

PT. Bara Energi Lestari is located at Nagan Raya Regency, West Aceh by conducting coal mining activities using a surface mining system with an open pit mining method system and using the ripping method for overburdening. There has been no actual measurement of fuel consumption of transportation equipment and there are road grades in the segment that have not met the standards underlying this study using action & research methods and quantitative statistics methods. The results of the analysis and processing obtained the average use of actual fuel consumption during April 2021 for the Iveco Trakker conveyance unit was 12.78 L / Hour while for the Mercedes-Benz 4340 conveyance unit was 14.78 L / Hour, with an overall grade in each fleet of 6%. Using the regression method and scattering model, the effect value of the increase every 1% of the road grade on fuel consumption for the Iveco Trakker conveyance unit is 0.12 L / Hour and for the Mercedes-Benz 4340 transport equipment unit is 0.14 L / Hour.

Kata-kata kunci: 1% *grade*, hauler, fuel consumption

Submitted: 17-05-2022; Revised: 15-08-2022; Accepted: 28-09-2022; Available Online: 30-09-2022

Published by: Mining Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Lambung Mangkurat

This is an open access article under the CCBY license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

PENDAHULUAN

PT. Bara Energi Lestari menerapkan metode penambangan terbuka (open pit) dengan menggunakan metode ripping dalam proses operasi penambangan pada PIT 4 BEL. Pengangkutan overburden yang melewati segmen jalan dengan kemiringan tertentu menjadi salah faktor yang mempengaruhi pemakaian bahan bakar pada INPIT yang beroperasi, dimana kondisi ideal untuk kemiringan jalan berdasarkan Lampiran II Kepmen ESDM No.1827K/30/MEM/2018 adalah 8-12%.

Pada penelitian alat angkut dumptruck yang digunakan adalah Iveco Trakker dan Mercedes-Benz 4340. Pada tempat penelitian didapatkan nilai *grade* pada segmen jalan yang belum memenuhi ketentuan 8%, karena *grade* jalan yang tinggi akan mempengaruhi pemakaian bahan bakar alat angkut. Pada tempat

penelitian belum adanya pengukuran pemakaian bahan bakar saat aktual hanya memiliki standarisasi dari rencana perusahaan sebesar untuk unit alat angkut Iveco Trakker 14 Liter/Jam, sedangkan untuk unit alat angkut Mercedes-Benz 4340 sebesar 18 Liter/Jam. Dari kedua hal tersebut mendasari penelitian ini dilakukan dengan menganalisa pengaruh *grade* terhadap fuel consumption unit alat angkut agar mendapatkan nilai aktual yang optimal.

Evaluasi yang dilakukan pada dumptruck adalah dengan membandingkan penggunaan bahan bakar tiap hari terhadap jam kerja alat berdasarkan hours meter dan pengambilan data dari lokasi refueling dengan perencanaan yang ditetapkan oleh perusahaan. Analisa yang akan dilakukan dari hasil evaluasi adalah dengan melihat kenaikan 1% *grade* jalan serta tahanan jalan pada penggunaan bahan bakar. Maka perlunya penelitian ini

dilakukan untuk melihat pemakaian bahan aktual berdasarkan pengaruh *grade* jalan agar proses penambangan berjalan lebih optimal.

METODOLOGI

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Penelitian Tindakan (*Action and Research*) dan metode kuantitatif. Metode ini merupakan penelitian langsung pada kondisi di lapangan, sehingga dapat mengetahui penggunaan bahan bakar pada alat angkut yang beroperasi pada PIT 4 BEL.

Data-data yang diolah adalah data *grade* jalan, data amblasan jalan diolah menjadi data tekanan tahanan jalan, waktu alat angkut (manuver loading, Loading, Hauling Isi, Manuver Dumping, Dumping isi, Dumping Kosong, dan Hauling Kosong) menjadi data waktu edar (*cycle time*) alat angkut, dan data refueling alat angkut diolah menjadi data konsumsi bahan bakar.

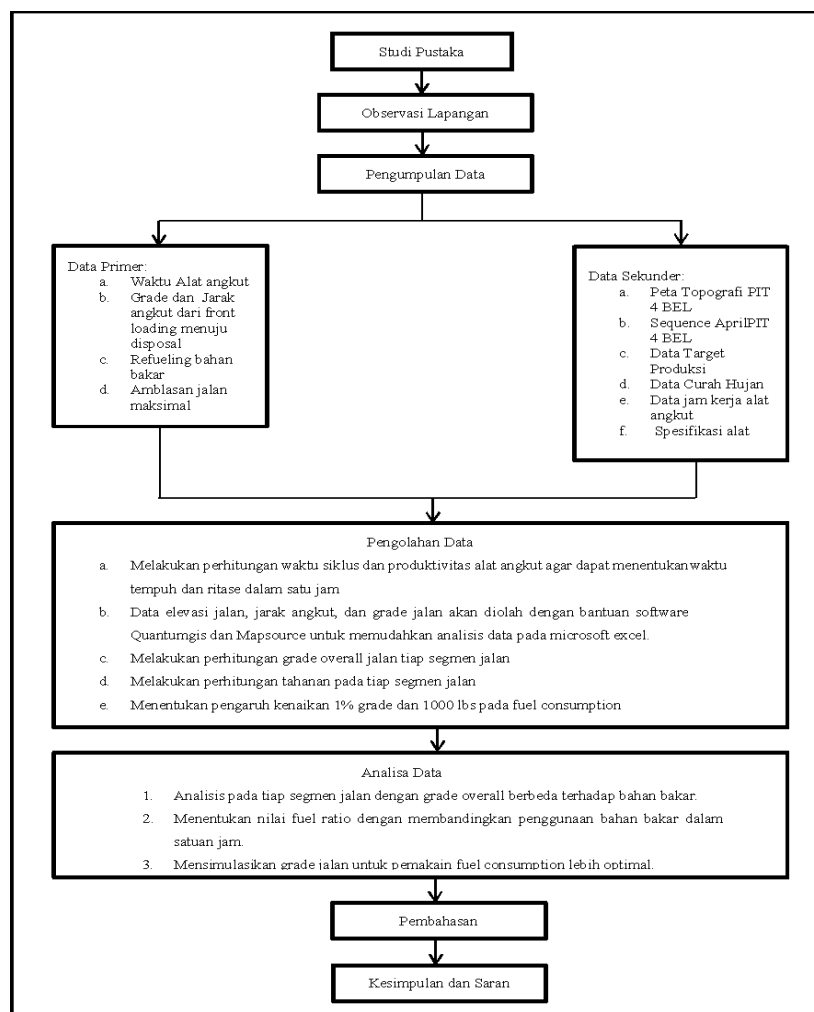
Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat dua sumber data yang dapat diolah berdasarkan hasil pengamatan pada metode penelitian yaitu data primer dan data sekunder.

Data Primer sendiri merupakan data yang diambil langsung dilapangan, data primer sendiri terdiri dari waktu alat angkut, *grade* dan jarak angkut, refueling, dan amblasan jalan maksimal. Sedangkan Data Sekunder merupakan data pendukung untuk menunjang penelitian dan memperkuat analisis pada data primer, data sekunder sendiri terdiri dari peta topografi, kemajuan tambang, data target produksi, data curah hujan, data jam kerja alat, dan spesifikasi alat mekanis.

Tahapan Penelitian

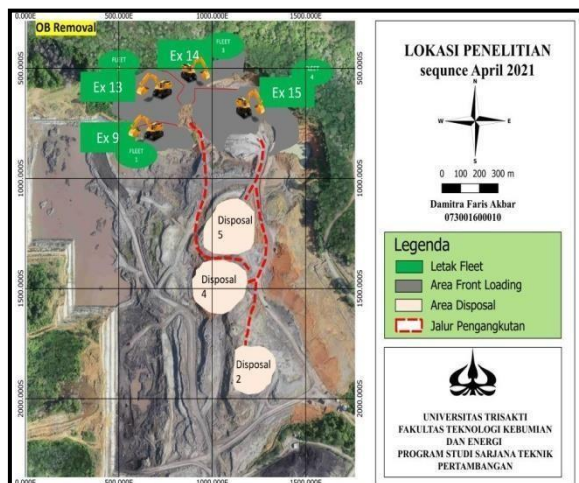
Tahapan penelitian sendiri merupakan kegiatan dalam pengambilan data atau pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini. Dalam melakukan penelitian ini ada beberapa tahapan yang dilakukan agar mendapatkan hasil yang maksimal diantaranya adalah studi literatur, orientasi lapangan, pengambilan data, perhitungan dan pengolahan data, analisis hasil pengolahan data, dan kesimpulan serta saran penelitian. Tahapan penelitian dapat lebih jelas dilihat pada gambar-1.



Gambar-1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN DISKUSI

Lokasi penelitian dilakukan pada PIT 4 BEL yang dilakukan pada bulan april mengikuti sequece penambangan pada bulan yang sama berdasarkan rancangan dari perusahaan PT. Bara Energi Lestari dengan material overburden yang diangkut adalah clay.



Gambar-2. Peta Lokasi Penelitian

Berdasarkan Gambar-2 maka penjelasan berdasarkan keterangan yang ada sebagai berikut;

- Pada lokasi penelitian terdapat 4 fleet yang beroperasi untuk pengangkutan overburden dari area front loading hingga menuju disposal yang dipisahkan oleh jalur pengangkutan UTARA TIMUR dan UTARA BARAT. Pada jalur UTARA BARAT terdapat 3 fleet yang beroperasi sedangkan untuk UTARA TIMUR hanya 1 fleet yang beroperasi untuk pengangkutan overburden.
- Sedangkan untuk disposal sendiri terdapat 3 lokasi. Dari lokasi front loading hingga menuju masing-masing disposal mempunyai jarak pengangkutan yang berbeda yaitu jarak 300m untuk disposal 5, 600m untuk disposal 4, dan 800m untuk disposal 2.

WAKTU EDAR DAN PRODUKTIVITAS ALAT ANGKUT

Dalam 1 fleet yang beroperasi direncanakan untuk 1 jenis Excavator CAT-374F dilayani oleh 4 sampai dengan 5 alat angkut baik dari unit IvecoTrakker ataupun Mercedes-Benz 4340 yang mempunyai kapitas payload pada vessel sebesar 11,04 Bcm. Pada unit IvecoTrakker jumlah unit yang beroperasi adalah 7 unit, sedangkan pada unit Mercedes-Benz 4340 adalah 11 unit beroperasi.

Pada penelitian dilakukan olahan data waktu alat angkut yang akan digunakan untuk mendapatkan nilai cycle time alat angkut dan ritase dari alat angkut tersebut dari front loading menuju disposal. Nilai cycle time sendiri didapatkan dari siklus alat angkut melakukan manuver loading, loading, hauling isi, manuver dumping, dumping isi, dumping kosong, dan hauling kosong. Maka didapatkannya hasil olahan tersebut menjadi seperti pada Tabel-1.

Dari nilai cycle time yang didapatkan dapat diolah Kembali dengan menggunakan rumus persamaan (1) untuk mendapatkan nilai produktivas.

Tabel-1. Cycle Time dan Ritase Alat angkut berdasarkan jarak

JENIS DT	Jarak (Meter)	Total CycleTime (Menit)	Total Ritase
IvecoTrakker	300	6,3	10
	600	10,16	6
	800	12,21	5
Mercedes-Benz 4340	300	7,01	9
	600	11,22	6
	800	13,11	5

$$Q = K \times n \times \frac{60}{Cta} \quad (1)$$

Sumber: Prodjosumarto,P.(1993).

(Q) menjelaskan mengenai produktivitas tersebut, (K) menjelaskan perihal kapasitas dari bucket excavator, (n) menjelaskan perihal jumlah swing pada bucket excavator sampai vessel pada alat angkut penuh, dan (Cta) menjelaskan perihal waktu edar (cycle time) alat angkut.

Dengan menggunakan persamaan rumus (1) maka produktivitas dari masing-masing unit berdasarkan jarak tempuh menuju disposal seperti pada Tabel-2.

Tabel-2. Produktivitas Alat angkut

JENIS DT	Jarak (Meter)	Q (Bcm/Jam)
IvecoTrakker	300	105,14
	600	64,56
	800	54,25
Mercedes-Benz 4340	300	94,49
	600	59,04
	800	50,33

TAHANAN JALAN

Tahanan jalan merupakan besar kekuatan dari suatu permukaan jalan dengan kondisi tertentu yang berfungsi sebagai ukuran untuk menentukan alat angkut yang melalui jalan tersebut tidak mengalami kendala. Apabila tahanan jalan tidak dapat menampung besarnya kekuatan dari alat angkut pada saat bermuatan maupun kosong maka dapat akan terjadi amblesan pada permukaan jalan yang mengakibatkan terhambatnya produksi.

Pada gambar-3 besarnya amblesan maksimal yang didapatkan secara aktual di lapangan sebesar 4,5 cm. Dengan jenis permukaan tanah di PIT 4 BEL adalah tanah urug kering dengan pemadatan sederhana. Dan alat angkut yang melewatinya menggunakan ban karet. Maka nilai tahanan gulir dapat diolah menggunakan rumus persamaan;

$$RR = 3\% \times (0,6\% \times \text{Setiap cm terbenamnya roda}) \quad (2)$$

Sumber: Silvia,S.(1994).



Gambar-3 Amblasan Jalan Maksimal

Dari rumus persamaan (2) yang digunakan maka nilai *RR* (*Rolling Resistance*) adalah 5,4%. Sehingga besar nilai tahanan jalan pada INPIT 4 BEL untuk ban karet alat angkut dengan jenis permukaan tahanan konstruksi sederhana adalah sebesar 100 lb/Ton.

Dari nilai besar tahanan untuk ban karet alat angkut sebesar 100 lb/Ton, maka tahanan untuk masing-masing unit dapat didapat menggunakan rumus persamaan;

$$\text{Tahanan DT} = (\text{GVW} + \text{Payload}) \times 100 \text{ lb/Ton} \quad (3)$$

Sumber: Silvia,S.(1994).

Berdasarkan rumus persamaan (3) maka akan didapatkan nilai tahanan jalan untuk ban DT pada masing-masing unit alat angkut seperti pada Tabel-3.

Tabel-3. Besar Nilai Tahanan Jalan untuk Ban DT

Jenis DT	GVW (Ton)	Besar Tahanan (Lb)
IvecoTrakker	30	4104
Mercedes-Benz 4340	40	5104

Pada penelitian juga mengolah data tahanan kemiringan jalan (*grade resistance*) agar mendapatkan tahanan jalan maksimal saat alat angkut melewati segmen jalan pada jalur pengangkutan overburden. *Grade resistance* sendiri berfungsi sebagai besar gaya berat yang melawan atau membantu gerak kendaraan karena kemiringan jalur yang dilalui maka dari itu tahanan kemiringan jalan dapat diolah menggunakan rumus persamaan;

$$\text{RP GR} = \text{GVW} \times 20 \text{ lb/ton/\%} \times \% \text{grade} \quad (4)$$

Sumber: Silvia,S.(1994).

(GVW) merupakan berat isian pada saat alat angkut sedang membawa muatan, (20lb/ton/%) merupakan besarnya kekuatan tarik mesin untuk menggerakkan ban setiap kemiringan 1%, dan (% grade) merupakan kemiringan pada segmen jalan.

Dari olahan data *grade resistance* dan *rolling resistance* maka akan didapatkan hasil tahanan jalan pada jalur pengangkutan dari area front loading menuju disposal dengan jarak yang berbeda pada masing-masing fleet yang beroperasi, maka hasil yang didapatkan seperti pada Tabel-4.

Tabel-4. Besar Nilai Tahanan Maksimal Jalan

Fleet	Jarak (Meter)	IvecoTrakker (Lb)	Mercedes-Benz 4340 (Lb)
Fleet 1	300	51208,58	59348,00
	600	47480,32	55027,15
	800	45814,71	53096,79
Fleet 2	300	55007,99	63751,32
	600	51279,74	59430,47
	800	49614,13	57500,11
Fleet 3	300	57342,32	66456,68
	600	40174,03	62135,83
	800	38925,95	60205,47
Fleet 4	300	29016,60	33628,68
	600	31145,20	36095,62
	800	27827,05	32250,06

KEMIRINGAN JALAN

Pada penelitian kemiringan jalan didasari oleh ketentuan Lampiran II Kepmen ESDM No. 1827K/30/MEM/2018, dimana kemiringan (*grade*) jalan tambang tidak boleh lebih dari 8 - 12% dan pada perusahaan menetapkan rencana perusahaan adalah kemiringan (*grade*) adalah 8%.

Pada penelitian untuk mendapatkan nilai kemiringan jalan dilakukan dengan menggunakan GPS garmin untuk memploting titik sta untuk mendapatkan nilai perbedaan jarak ukur antar titik plot beserta elevasi pada titik tersebut. Dari data yang diperoleh akan diolah menggunakan rumus persamaan;

$$\text{Jarak Datar } (\Delta x) : \sqrt{(Y)^2 - (\Delta h)^2} \quad (5)$$

Sumber: Silvia,S (1994).

Rumus persamaan (5) berfungsi untuk mendapatkan nilai jarak datar (Δx), karena pada saat pengukuran yang didapatkan adalah jarak pengukuran yang disimbolkan (*Y*). Setelah mendapatkan nilai jarak datar, nilai kemiringan jalan dapat menggunakan rumus persamaan;

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

Sumber: Silvia,S.(1994).

(Δh) merupakan beda tinggi (elevasi) antar dua titik yang sudah di plot, kemudian (Δx) merupakan jarak datar antar dua titik yang di plot yang sudah dicari menggunakan rumus persamaan (5). Maka dari hasil olahan data berdasarkan rumus persamaan (6) didapatkan kemiringan jalan (*grade*) pada masing-masing fleet dari area front loading menuju area disposal seperti pada Tabel-5 dan Gambar-4 untuk *fleet* 1, Tabel-6 dan Gambar-5 untuk *fleet* 2, Tabel-7 dan Gambar-6 untuk *fleet* 3, Tabel-8 dan Gambar-7 untuk *fleet* 4.

Tabel-5. Nilai Grade jalan pada Fleet 1

Segmen	Y (m)	Δh (m)	Δx (m)	Grade (%)
FR 1 – A1	67	-3	66,93	-4%
A1 - A	42	-7	41,41	-17%
A - B	100	1	99,99	1%
B - C	99	4	98,92	4%
C - D	56	2	55,96	4%
D - E	76	9	75,47	12%
E - AD	48	5	47,74	10%
AD - F	65	3	64,93	-5%
F - AE	52	4	51,85	8%
AE - G	65	4	64,93	4%
G - AF	189	8	188,83	4%



Gambar-4. Penampang Jalan Fleet 1

Tabel-6. Nilai Grade jalan pada Fleet 2

Segmen	Y (m)	Δh (m)	Δx (m)	Grade (%)
FR2 – A1	91	-8	90,95	-9%
A1 - A	42	-7	41,41	-17%
A - B	100	1	99,99	1%
B - C	99	4	98,92	4%
C - D	56	2	55,96	4%
D - E	76	9	75,47	12%
E - AD	48	5	47,74	10%
AD - F	65	3	64,93	-5%
F - AE	52	4	51,85	8%
AE - G	65	4	64,93	4%
G - AF	189	8	188,83	4%



Gambar-5. Penampang Jalan Fleet 2

Tabel-7. Nilai Grade jalan pada Fleet 3

Segmen	Y (m)	Δh (m)	Δx (m)	Grade (%)
FR3 – A1	97	-5	96,95	-5%
A1 - A	42	-7	41,41	-17%
A - B	100	1	99,99	1%
B - C	99	4	98,92	4%
C - D	56	2	55,96	4%
D - E	76	9	75,47	12%
E - AD	48	5	47,74	10%
AD - F	65	3	64,93	-5%
F - AE	52	4	51,85	8%
AE - G	65	4	64,93	4%
G - AF	189	8	188,83	4%



Gambar-6. Penampang Jalan Fleet 3

Tabel-8 Nilai Grade jalan pada Fleet 4

Segmen	Y (m)	Δh (m)	Δx (m)	Grade (%)
FR 4 – B1	59	-2	58,92	-3%
B1 – B2	100	-3	99,75	-3%
B2 – B3	100	0	99,99	0%
B3 – B4	100	9	99,92	9%
B4 – B5	101	3	100,98	3%
B5 - AD	48	7	47,15	15%
Segmen	Y (m)	Δh (m)	Δx (m)	Grade (%)
AD – B6	100	2	99,97	2%
B6 - AE	100	4	99,91	-4%
AE - AF	189	4	188,95	4%



Gambar-7. Penampang Jalan Fleet 4

Fuel Consumption

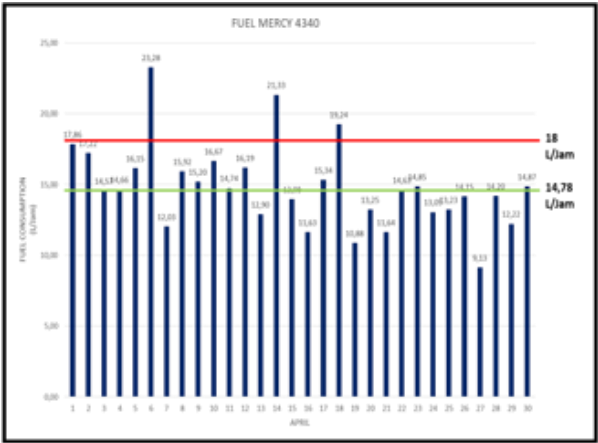
Pada pengambilan data fuel consumption didasari pemakaian operasional selama bulan april 2021 untuk masing-masing unit alat angkut. Untuk menentukan pemakaian bahan bakar didapatkan dari rumus persamaan;

$$\text{Fuel Consumption} = \frac{\text{Total Refueling}}{\text{Hours Meter}} \quad (7)$$

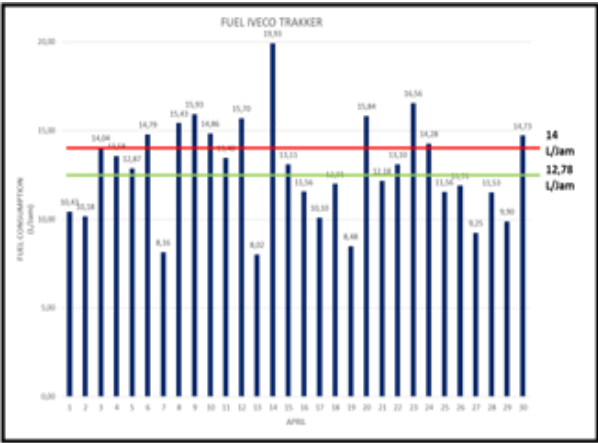
Sumber : Rochmanhadi, I., & Sc, M. (1992)

Total refueling sendiri didapatkan dari pencatatan saat alat angkut mengisi bahan bakar pada awal shift kemudian mengisi kembali pada awal shift berikutnya. Sedangkan data hours meter didapatkan dari HM (Hours Meter) yang terdapat pada pencatatan di alat angkut dan disampaikan oleh operator. Maka hasil yang didapatkan dengan dibandingkan dengan rencana perusahaan pada masing-masing unit alat angkut seperti pada Gambar-8 dan Gambar-9.

Dari hasil olahan data berdasarkan Gambar-8 dan 9 terdapat garis merah dan garis hijau pada gambar grafik tersebut. Gambar merah pada gambar menerangkan rencana dari perusahaan sedangkan garis hijau pada gambar grafik menerangkan pemakaian rata-rata selama bulan april pada unit alat angkut. Maka dari hasil olahan data tersebut didapatkan perbedaan selisih pemakaian bahan bakar aktual dan rencana perusahaan seperti pada Tabel-9.



Gambar-8 Fuel Consumption Mercedes Benz 4340



Gambar-9 Fuel Consumption IvecoTrakker

Tabel-9 Pemakaian Bahan Bakar Aktual dan Rencana

Jenis Alat Angkut	Rencana (L/Jam)	Aktual (L/Jam)	Selisih (L/Jam)
IvecoTrakker	14	12,78	+1,22
Mercedes-Benz 4340	18	14,78	+3,22

Apabila melihat selisih dari pemakaian aktual bahwa pemakaian secara aktual lebih rendah dibandingkan dengan rencana, akan tetapi apabila dilihat per hari seperti pada gambar grafik diatas terlihat pemakaian yang tidak sesuai atau tidak merata. Hal tersebut terjadi karena faktor human error dan grade jalan yang belum memenuhi rancangan pada beberapa segmen.

Maka dari itu peneliti melakukan analisa menggunakan metode regresi dan scattering pada sampel alat angkut yang beroperasi untuk mendapatkan nilai pengaruh kenaikan setiap 1% grade jalan dan 1.000 lbs pada fuel consumption. Parameter penggunaan 1% tersebut dikarenakan kemiringan permukaan yang menanjak atau menurun 1 meter secara vertikal dalam jarak horizontal 100 meter. Sedangkan untuk 1.000 lbs didasari oleh persamaan rumus (4) bahwa pada tiap kemiringan 1% memiliki daya tahanan jalan se-per 1.000 lbs.

Berdasarkan parameter yang digunakan maka didapatkan nilai pengaruh setiap 1% grade dan 1.000 lbs seperti pada tabel dan gambar dibawah berdasarkan jalur yang dilewati oleh fleet yang beroperasi yaitu UTARA BARAT dan UTARA TIMUR.

Tabel-10 Pengaruh Kenaikan 1% pada Jalan UTARA BARAT

Grade (%)	IvecoTrakker (L/Jam)	Mercedes-Benz 4340 (L/Jam)
1	0,14	0,12
2	0,28	0,24
3	0,42	0,36
4	0,56	0,48
5	0,7	0,6
6	0,84	0,72
7	0,98	0,84
8	1,12	0,96

Tabel-11 Pengaruh Kenaikan 1000 lbs pada Jalan UTARA BARAT

Tahanan (Lbs)	IvecoTrakker (L/Jam)	Mercedes-Benz 4340 (L/Jam)
1000	0,15	0,14
2000	0,3	0,28
3000	0,45	0,42
4000	0,6	0,56
5000	0,75	0,70
6000	0,9	0,84
7000	1,05	0,98
8000	1,2	1,12

Tabel-12 Pengaruh Kenaikan 1% pada Jalan UTARA TIMUR

Grade (%)	IvecoTrakker (L/Jam)	Mercedes-Benz 4340 (L/Jam)
1%	0,14	0,12
2%	0,28	0,24
3%	0,42	0,36
4%	0,56	0,48
5%	0,7	0,6
6%	0,84	0,72
7%	0,98	0,84
8%	1,12	0,96

Tabel-13 Pengaruh Kenaikan 1000 lbs pada Jalan UTARA BARAT

Tahanan (Lbs)	IvecoTrakker (L/Jam)	Mercedes-Benz 4340 (L/Jam)
1000	0,15	0,14
2000	0,3	0,28
3000	0,45	0,42
4000	0,6	0,56
5000	0,75	0,70
6000	0,9	0,84
7000	1,05	0,98
8000	1,2	1,12

FUEL RATIO

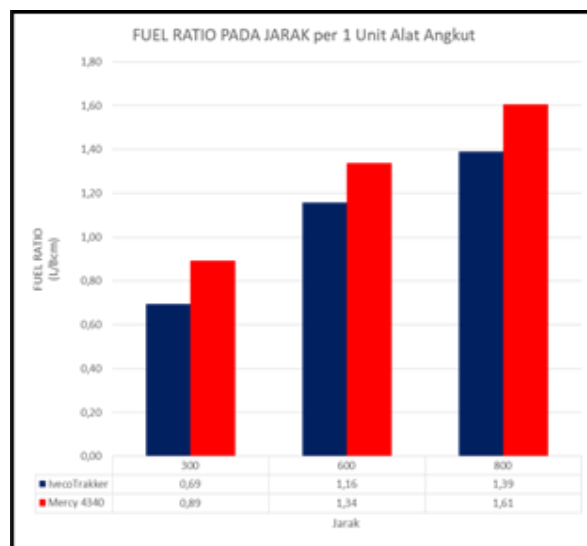
Fuel ratio pada penelitian ini berfungsi untuk menampilkan data dari banyaknya bahan bakar yang digunakan dalam satuan waktu dengan banyaknya muatan yang diangkut. Hal ini perlu di perhitungkan karena semakin tinggi suatu nilai fuel ratio berarti semakin besar juga biaya yang perlu dikeluarkan untuk alat angkut tersebut, baik dari segi perawatan ataupun bahan bakar yang digunakan. Akan tetapi pada penelitian ini hanya mempertimbangkan dari segi muatan yang dibawa tidak mencakup dalam biaya yang dikeluarkan.

Fuel ratio sendiri dapat diolah menggunakan rumus persamaan:

$$FR = \frac{\text{Fuel Consumption } (\frac{L}{Bcm})}{\text{Jumlah Produksi } (\frac{Bcm}{Jam})} \quad (8)$$

Sumber : Rochmanhadi, I., & Sc, M. (1992)

Nilai fuel consumption dapat didapatkan dari penggunaan bahan bakar pada alat angkut yang sudah dirata-ratakan seperti penjelasan sebelumnya. Sedangkan untuk mendapatkan nilai jumlah produksi dapat menggunakan perhitungan dari jumlah ritase pada masing- masing jarak dari area front loading menuju disposaldikalikan dengan kapasitas bucket dari excavator.



Gambar-9. Fuel Ratio Alat Angkut

Hasil olahan fuel ratio pada penelitian dibagi berdasarkan jarak dari letak area front hingga area disposal pada tempat penelitian. Perhitungan pada fuel ratio juga diperhitungkan untuk 1 unit alat angkut yang beroperasi bukan keseluruhan dari unit yang operasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel-14.

Semakin dekat jarak nilai fuel ratio akan lebih rendah sedangkan semakin jauh jarak maka nilai fuel ratio kan lebih tinggi. Karena semakin jauh jarak, aktu tempuh akan semakin tinggi disebabkan oleh dilewatinya kondisi jalan yang memiliki kemiringan (*grade*) yang lebih tinggi. Sehingga membuat pembakaran pada mesin alat angkut saat membawa muatan dengan jarak yang lebih jauh kan semakin tinggi, sedangkan dengan muatan yang sama untuk jarak tempuh yang lebih dekat akan membuat pembakaran lebih rendah karena tidak melewati kondisi jalan yang sama.

Tabel-14 Nilai Fuel Ratio pada Jarak Angkut

Jarak	IvecoTrakker (L/Bcm)	Mercedes-Benz 4340 (L/Bcm)
300	0,69	0,89
600	1,16	1,34
800	1,39	1,61

SIMULASI DAN SKEMA PEMAKAIAN BAHAN BAKAR

Pada penelitian ini dilakukannya simulasi *grade* jalan untuk mendapatkan nilai pemakain bahan bakar yang lebih optimal dari hasil aktual yang sudah didapatkan. Dalam melakukan simulasi ini peneliti menggunakan metode *cut and fill*. Pada metode ini lebih diutamakan mendapatkan nilai *grade* jalan yang sesuai dengan rencana perusahaan sebesar 8%. Simulasi dilakukan dengan memilih segmen jalan yang belum memenuhi *grade* yang sudah ditetapkan.

Pada simulasi ini adanya beberapa segmen yang perlu diperbaiki agar mendapatkan *grade* yang sesuai dengan menyesuaikan teknis dari metode *cut and fill*. Pada segmen A1-A sebesar 17% dengan jarak 42 m, segmen D - E sebesar 12% dengan jarak 76 m, segmen E - AD sebesar 10% dengan jarak 48m, dan segmen AD - F sebesar 5% dengan jarak 65m.

Tabel-15 Nilai Grade sebelum simulasi

Segmen	Sebelum			
	Grade	Jarak	Elevasi	
	%	Meter	Zmin	Zmaks
A1 – A	17	42	45	38
D – E	12	76	45	54
E – AD	10	48	54	59
AD - F	5	65	59	57

Hasil dari simulasi ini juga menghasilkan perubahan *grade* overall pada jalan. Dimana *grade* overall pada jalur UTARA BARAT memiliki *grade* overall 6% setelah dilakukan simulasi *grade* overall turun sebanyak 2% menjadi 4%. Jalur UTARA BARAT mewakili penampang jalan fleet 1 sampai dengan fleet 3, karena melewati segmen jalan yang sama pada jalur pengangkutan hanya berbeda pada letak front loading.

Tabel-16 Nilai Grade sesudah simulasi

Segmen	Sebelum			
	Grade	Jarak	Elevasi	
	%	Meter	Zmin	Zmaks
A1 – A	17	42	45	38
D – E	12	76	45	54
E – AD	10	48	54	59
AD - F	5	65	59	57

Dari simulasi yang dilakukan untuk mendapatkan jalur pengangkutan yang lebih baik dengan menyesuaikan rencana perusahaan dan pedoman yang ada maka diperlukan mengetahui besar volume pada *cut and fill* yang terdapat pada simulasi. Maka dilakukannya simulasi perhitungan volume menggunakan bantuan milimeter block dengan menggunakan skala 1:2.500. Dengan mempertimbangkan segmen yang disimulasikan sesuai dengan Tabel-14, maka dengan bantuan cross section pada jalur UTARA BARAT sepanjang 500 m yang melewati segmen simulasi tersebut.

Dari hasil simulasi didapatkan besar volume yang diperlukan untuk dapat mengatasi masalah *grade* yang ada pada metode timbunan dan galian (*Cut and Fill*). Volume galian harus sama dengan volume timbunan agar simulasi yang dilakukan dapat sesuai dengan keadaan aktual dilapangan. Sisa volume berdasarkan sebesar 250 m³ dapat diletakkan pada disposal untuk hasil pembuangan.

Tabel-17 Volume dari Galian dan Timbunan Simulasi

No	Segmen	Volume	
		Galian (m ³)	Timbunan (m ³)
1	A1 – A	-	2730
2	D – E	570	-
3	E – AD	720	-
4	AD - F	1690	-
Total Volume		2980	2730

Dari hasil simulasi *grade* jalan maka dapat ditentukan skenario pemakaian bahan bakar unit alat angkut dari masing-masing fleet yang beroperasi. Karena terjadi perubahan *grade* overall pada jalur UTARA BARAT sesudah dilakukannya simulasi karena beberapa segmen pada jalur tersebut memiliki *grade* yang tidak sesuai maka skenario pemakaian bahan bakar seperti pada Tabel dibawah.

Tabel-18 Skema Fuel Consumption dan Grade Jalan IvecoTrakker

Fleet	Fuel Consumption (L/Jam)		Grade (%)	
	Aktual	Simulasi	Aktual	Simulasi
1	12,78	12,42	6	3
2	12,78	12,42	6	3
3	12,78	12,42	6	3
4	12,78	12,78	6	6

Tabel-18 Skema Fuel Consumption dan Grade Jalan Mercedes-Benz 4340

Fleet	Fuel Consumption (L/Jam)		Grade (%)	
	Aktual	Simulasi	Aktual	Simulasi
1	14,78	14,36	6	3
2	14,78	14,36	6	3
3	14,78	14,36	6	3
4	14,78	14,78	6	6

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dilakukan maka didapatkan beberapa kesimpulan dari hasil analisis sebagai berikut;

1. Setiap kenaikan 1% grade akan meningkatkan laju fuel burn ratio pada fuel consumption unit IvecoTrakker 0,12 L/Jam dan unit Mercedes-Benz 4340 0,14 L/Jam.
2. Setiap kenaikan 1000 (Lbs) akan meningkatkan laju fuel burn ratio pada fuel consumption unit DT pada jalur PIT 4 UTARA BARAT pada unit DT Iveco Trakker dan DT Mercy 4340 adalah 0,15 L/jam. Sedangkan pada jalur PIT 4 UTARA TIMUR pada unit DT Iveco Trakker adalah 0,18 L/Jam dan unit DT Mercy 4340 adalah 0,15 L/Jam

Saran-saran yang dapat disampaikan kepada peneliti selanjutnya berdasarkan hasil analisa yang dilakukan sebagai berikut;

1. Penggunaan unit alat angkut Mercedes-Benz 4340 lebih baik dibandingkan dengan unit alat angkut IvecoTrakker pada fleet yang beroperasi karena mempunyai daya rigid pada tahanan gulir terhadap jalan yang lebih baik hal tersebut memangkas kinerja daya mesin yang membuat pemborosan pada fuel.
2. Pada penelitian ini mengalami kendala pada keterbatasan alat saya mengambil data, hanya menggunakan gps garmin saat melakukannya. Agar lebih baik lagi dapat menggunakan alat survey pada perusahaan yaitu theodolite dengan menggunakan total station agar memetekan jauh lebih baik.

DAFTAR ACUAN

- [1] Silvia, S.1994. *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*.Vol. 1. Nova. Bandung.
- [2] Prodjosumarto, P. 1993. *Pemindahan tanah mekanis*. Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [3] Rochmandi, I. dan Sc, M. 1992. *Alat-alat berat dan penggunaannya*. Yayasan Badan Penerbit Perkaan Umum. Jakarta.
- [4] Putra, W. R. W., and Anaperta, Y. M. 2018. *Evaluasi Pengaruh Geometri Jalan Angkut Batukapur Terhadap Produksi di Area 242 Bukit Tajarang PT. Semen Padang*. Jurnal Bina Tambang. vol 5. hal 142-145.
- [5] Hamonangan, B. B. 2019. *Analisis Pengaruh Grade Jalan Pada Proses Pemindahan Overburden*

Terhadap Konsumsi Solar Alat Angkut Komatsu HD785-7 di PT. Adaro Indonesia. Skripsi. Program Sarjana Teknik Pertambangan. Universitas Trisakti.

- [6] Fernandes, S. Y. S. 2019. *Analisa Produktivitas dan Penggunaan Bahan Bakar Alat Gali-muat dan Alat Angkut Dalam Pengupasan Tamah Penutup di PT. Tara Bumi Artha*. Skripsi. Program Sarjana Teknik Pertambangan. Universitas Trisakti.
- [7] Bunayya, A. D. 2016. *Kajian Konsumsi Bahan Bakar Dalam Proses Pengupasan Lapisan Tanah Penutup di PT. Adimitra Bartama Nusantara, Sanga, Kutai, Kalimantan Timur*. Skripsi. Program Sarjana Teknik Pertambangan. Universitas Trisakti..
- [8] Reymond, A. 2019. *Kajian Teknis Geometri Jalan Angkut dan Pengaruhnya Terhadap Produktivitas OB Pada PIT Timur di PT. Kuansing Inti Makmur*. Skripsi. Program Sarjana Teknik Pertambangan. Universitas Trisakti..
- [9] Miswar, H. 2018. *Analisis Pengaruh Kondisi Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Overburden di PIT 1 dan PIT 1 Utara Bangko Barat di PT. Bukit Asam tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan*. Skripsi. Program Sarjana Teknik Pertambangan. Universitas Trisakti..
- [10] Koning, J., va Uffelen, G., Zemanek, A., & Zemanek,B.(2017).Technicaldescription.Drawnafter nature, 22-27.

https://doi.org/10.1163/9789004278004_005