

Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dalam Optimasi Pengangkutan Batubara

Pradita Nurhakim*, Iswandaru, Yunus Ashari

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*praditanurhakim@gmail.com, iswandaru@hotmail.com, yunus_ashari@yahoo.com

Abstract. Excavation, loading and transportation activities are one of the activities that incur relatively large mining operational costs. There are a number of factors that affect fuel consumption, particularly for mechanical equipment, including field conditions, equipment characteristics, and road geometry. The goal of this study on the impact of road geometry on fuel consumption is to improve the fuel efficiency of machinery used for loading and digging. In actual field conditions, there are several road segments with grade conditions that do not comply with standard operating procedures based on Kepmen No.1827/K/30/MEM/2018 (standard grade should be less than 12%). Based on observations and calculations, the productivity of the Hanvan G7 371 conveyance is 55.79 Bcm/hour/equipment with an average material consumption of 17.41 liters/hour. After conducting a road geometry study, there was an increase in the productivity of transport equipment by 63.19 Bcm/hour/equipment and fuel use was more effective and efficient with fuel consumption of 15.36 liters/hour. The actual fuel ratio obtained in the field is an average of 0.31 liters/Bcm for transport equipment, after improvements it becomes 0.24 liters/Bcm. The actual fuel cost value of transportation equipment is IDR 2,565,537 /shift/equipment or IDR 230,898,288 /month after repairs are made to IDR 1,998,633 /shift/equipment or IDR 179,876,927 /month.

Keywords: *Road Geometry, Productivity, Rimpull, Fuel, Fuel Ratio, Fuel Cost.*

Abstrak. Kegiatan penggalian, pemuatan dan pengangkutan menjadi salah satu kegiatan yang menghabiskan biaya operasional penambangan tergolong besar. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar, khususnya peralatan mekanis, antara lain kondisi lapangan, karakteristik peralatan, dan geometri jalan. Tujuan dari studi tentang pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar adalah untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar yang digunakan pada kegiatan pemuatan. Pada kondisi sebenarnya di lapangan, terdapat beberapa ruas jalan yang kondisi kemiringannya tidak sesuai dengan standar operasional prosedur berdasarkan Kepmen No.1827/K/30/MEM/2018 seperti standar kemiringan har(1)us kurang dari 12%. Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan produktivitas alat angkut Hanvan G7 371 sebesar 55,79 bcm/jam/alat dengan rata-rata konsumsi bahan 17,41 liter/jam. Setelah dilakukan kajian geometri jalan, adanya peningkatan produktivitas alat angkut 63,19 bcm/jam/alat dan penggunaan bahan bakar lebih efektif dan efisien dengan konsumsi bahan bakar 15,36 liter/jam. *Fuel ratio* yang didapatkan secara aktual di lapangan rata-rata sebesar 0,31 liter/bcm untuk alat angkut, setelah dilakukan perbaikan menjadi 0,24 liter/bcm. Nilai *fuel cost* secara aktual alat angkut sebesar Rp 2.565,537 /shift/alat atau Rp 230.898.288 /bulan setelah dilakukan perbaikan menjadi sebesar Rp 1.998.633 /shift/alat atau sebesar Rp 179.876.927 /bulan.(2)

Kata Kunci: *Geometri Jalan, Produktivitas, Rimpull, Bahan Bakar, Fuel Ratio, Fuel Cost.*

A. Pendahuluan

PT. Era Perkasa *Mining* adalah perusahaan dalam bidang pertambangan batubara yang memiliki lokasi penambangan di Kecamatan Peranap Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau dengan menerapkan sistem penambangan tambang terbuka (*surface mining*). Pada usaha pertambangan terdapat salah satu komponen penting penunjang kegiatan operasional penambangan yaitu bahan bakar yang dibutuhkan alat mekanis. PT. EPM menggunakan bantuan alat mekanis berupa satu jenis *excavator* Hitachi - zaxis 470 Lc, dan tiga *dumptruck* jenis Hitachi - zaxis 470 Lc. (3)

Penggunaan bahan bakar yang tidak efektif menyebabkan pembengkakan biaya operasional yang harus dikeluarkan serta mempengaruhi besaran produksi yang akan dihasilkan. Hal ini terjadi salah satunya dari penggunaan bahan bakar yang tidak optimal akibat dari geometri jalan dan waktu edar yang tidak efektif. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan tentang kajian pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar dengan tujuan pengoptimalan penggunaan bahan bakar yang lebih efisien sehingga biaya operasional perusahaan akan lebih kecil khususnya pada biaya bahan bakar.

Pembuatan geometri jalan tambang perlu memperhatikan ketentuan dari standar yang baik dan benar seperti pada Kepmen No.1827/K/30/MEM/2018 terutama terkait dengan lebar jalan, kemiringan jalan, dan juga kuat daya dukung suatu jalan untuk bisa menahan berat alat operasional tambang mengacu pada alat terbesar melewati jalannya. Berdasarkan pengamatan di lokasi, keadaan jalan angkut aktual terdapat beberapa segmen jalan yang memiliki kemiringan >12% dan lebar jalan tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan berakibat pada tidak optimalnya alat angkut seperti berhenti saat terjadi papasan kendaraan, kecepatan tidak optimal, dan penggunaan *rimpull* yang tidak berpengaruh terhadap lamanya waktu edar alat. Jika waktu edar alat semakin besar berakibat pada penurunan produksi dan konsumsi bahan bakar yang tinggi.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: Besarnya pengeluaran bahan bakar untuk alat angkut akibat kondisi geometri jalan tambang aktual yang tidak sesuai dengan kesesuaian Kepmen No.1827/K/30/MEM/2018. Meninjau dari rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini diantaranya:

1. Memetakan kondisi geometri jalan secara aktual;
2. Menghitung konsumsi bahan bakar;
3. Menghitung rata-rata konsumsi bahan bakar per ritase jalan;
4. Mengetahui hubungan produksi dengan konsumsi bahan bakar;
5. Menghitung *fuel ratio* dan *fuel cost*.

B. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode komparatif antara pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar secara aktual dan mengacu pada standar (teoritis) yang telah ditetapkan. Data tersebut bersumber dari:

1. Data Primer, berupa data yang dihasilkan dari kegiatan di lapangan meliputi geometri jalan, konsumsi bahan bakar per hari, waktu kerja, waktu edar alat, waktu hambatan, pengujian *density insitu* dan *density loose*, pengamatan *rimpull*, dan faktor pengisian;
2. Data Sekunder, merupakan data penunjang meliputi jurnal dan buku.

Pengolahan data dilakukan dengan cara data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan dengan menghitung geometri jalan, *superelevasi*, *cross slope*, *rimpull*, produksi alat gali-muat dan angkut, konsumsi bahan bakar, *fuel ratio* dan *fuel cost*. Teknik analisis data yang dilakukan dengan menggunakan metode komparatif yaitu hubungan antara pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar secara aktual dengan membandingkan antara konsumsi bahan bakar yang didapatkan di lapangan dengan konsumsi bahan bakar hasil optimasi perbaikan geometri jalan. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengendalikan konsumsi bahan bakar di lapangan yaitu dengan mengamati faktor-faktor yang berpengaruh terhadap alat angkut sehingga total konsumsi bahan bakar yang digunakan tidak berlebihan. *Fuel ratio* merupakan perbandingan antara total konsumsi bahan bakar dan total produksi apabila nilainya

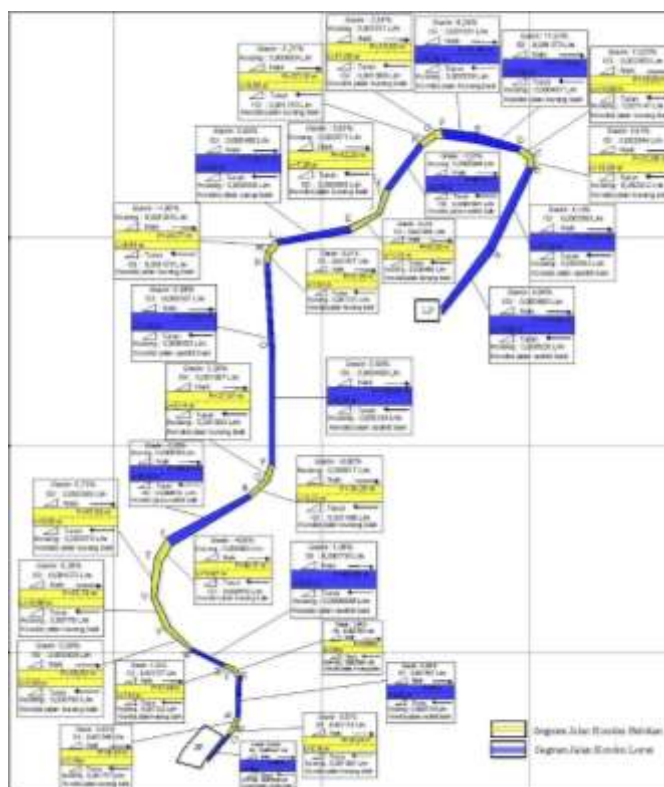
melebihi standar yang telah ditentukan perusahaan maka perlu dilakukan evaluasi geometri jalan terhadap produktivitas dan produksi yang akan mempengaruhi biaya konsumsi bahan bakar.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

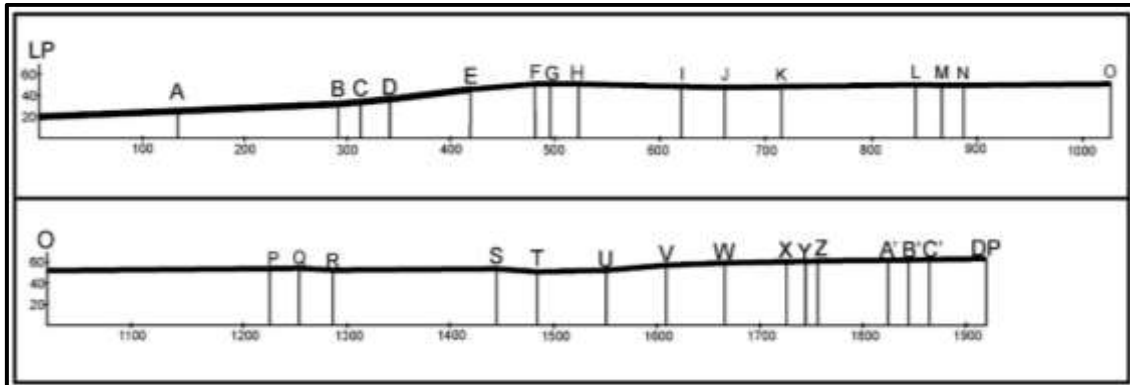
Kondisi Lokasi Penelitian

Kegiatan pengangkutan batubara dilakukan di penambangan PT EPM menggunakan 3 unit Hanvan G7 371 untuk kegiatan angkut. Kegiatan penambangan pembongkaran hanya dilakukan dengan menggunakan alat mekanis saja berupa *backhoe* Hitachi Zaxis 470 Lc untuk gali-muat, tidak ada kegiatan pengeboran dan peledakan karena dari hasil pengamatan kondisi aktual lokasi penelitian keadaan batubara relatif lunak sehingga cukup hanya menggunakan alat mekanis saja supaya lebih efisien, dengan pola pemuatan yang digunakan yaitu (*top loading*) yaitu posisi alat gali-muat berada di atas alat angkut atau posisi alat gali-muat sejajar dengan alat angkut. Alat angkut menggunakan pola (*single back up*) yaitu alat angkut memposisikan diri untuk dimuat di satu tempat dan alat angkut berikutnya menunggu secara bergantian untuk dilakukan pemuatan hingga penuh.

Lokasi penelitian pada kegiatan pengangkutan memiliki jalan dengan lebar jalan untuk 2 kendaraan dibagi menjadi 30 segmen jalan yang bervariasi dan terdapat beberapa lebar jalan yang tidak sesuai ketentuan yang telah ditetapkan terutama pada keadaan belokan. Kondisi jalan angkut dari *pit* menuju *stockpile* merupakan jalan yang bersumber dari material aslinya yaitu berupa *clay* dan *topsoil* dengan permukaan jalan yang relatif rata dan dirawat. Karena kondisi aktual jalan yang tidak memiliki sistem drainase yang baik berakibat pada banyaknya genangan air saat terjadi hujan yang membutuhkan waktu lama untuk kering saat kondisi basah atau waktu yang hilang setelah hujan sampai alat gali dan angkut melakukan kegiatan pemuatan dan pengangkutan, pada beberapa segmen jalan terdapat kondisinya yang bergelombang apabila menerima beban yang cukup berat dilewati oleh alat angkut. Sehingga diperlukan pemadatan jalan yang lebih optimal dan baik. Berikut untuk sketsa jalan dan penampang segmen jalan yang dibuat.



Gambar 1. Sketsa Segmen Jalan



Gambar 2. Penampang Segmen Jalan

Geometri Jalan

Geometri jalan angkut selalu didasarkan dimensi kendaraan angkut yang digunakan [4]. Lebar jalan angkut pada kondisi lurus sangatlah bervariasi dari hasil perhitungan lebar jalan angkut minimum rekomendasi dengan alat angkut yang digunakan Hanvan G7 371 pada jalan lurus yaitu sebesar 9,59 meter dan terdapat beberapa segmen jalan yang tidak sesuai dengan standar minimum yang direncanakan yaitu segmen N-O, O-P, W-x, Z-A', C'-SP.

Tabel 1. Lebar Jalan Lurus

Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
LP - A	9,59	14,86	0
A - B	9,59	11,38	0
D - E	9,59	15,56	0
E - F	9,59	16,46	0
H - I	9,59	9,73	0
K - L	9,59	9,80	0
N - O	9,59	7,45	2,14
O - P	9,59	8,28	1,31
R - S	9,59	16,30	0
W - X	9,59	5,57	4,02
Z - A'	9,59	6,50	3,09
C' - SP	9,59	4,57	5,02

Lebar jalan angkut minimum rekomendasi dengan alat angkut yang digunakan Hanvan G7 371 pada jalan tikungan yaitu sebesar 14,45 meter, semua segmen kondisi tikungan tidak memenuhi standar minimum rekomendasi.

Tabel 2. Lebar Jalan Tikungan

Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
B - C	14,45	13,08	1,37
C - D	14,45	14,08	0,37
F - G	14,45	11,09	3,35
G - H	14,45	9,95	4,50
I - J	14,45	7,26	7,19
J - K	14,45	11,35	3,09
L - M	14,45	9,93	4,52
M - N	14,45	7,83	6,62
P - Q	14,45	9,14	5,30
Q - R	14,45	8,22	6,23
S - T	14,45	13,87	0,58
T - U	14,45	8,68	5,77
U - V	14,45	10,98	3,47
V - W	14,45	5,58	8,87
X - Y	14,45	7,62	6,83
Y - Z	14,45	7,62	6,83
A' - B'	14,45	7,41	7,04
B' - C'	14,45	6,11	8,34

Grade Jalan

Kemiringan jalan merupakan perbandingan antara beda tinggi dan jarak miring pada setiap segmen yang dilalui oleh alat angkut yang dinyatakan dalam persen (%) dan kemiringan melintang jalan tikungan tidak bisa diabaikan [8]. Menurut Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 kemiringan maksimum adalah sebesar 12%. Tahanan kemiringan jalan berhubungan langsung dengan besarnya gaya berat melawan atau membantu kendaraan dari kemampuan alat angkut, baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan [6]. Pengambilan data beda tinggi di tempat penelitian menggunakan bantuan *total station* dan GPS geodetik. Terdapat segmen C-D yang tidak sesuai standar maksimum yang ditentukan.

Tabel 3. Grade Jalan

Segmen	Jarak Datar (m)	Elevasi (m)	Beda Tinggi Topografi (m)	Grade Aktual
LP - A	134,88	20,38	5,45	4,04%
A - B	156,40	25,82	6,47	4,14%
B - C	21,72	32,29	1,85	8,51%
C - D	28,46	34,14	3,60	12,63%
D - E	77,02	37,74	8,98	11,65%
E - F	61,31	46,71	5,05	8,24%
F - G	15,55	51,76	-0,33	-2,14%
G - H	27,16	51,43	-0,35	-1,27%
H - I	96,82	51,08	-1,35	-1,39%
I - J	42,21	49,74	-1,28	-3,03%
J - K	52,27	48,46	1,26	2,41%
K - L	126,77	49,72	0,79	0,62%
L - M	24,76	50,51	-0,46	-1,86%
M - N	21,29	50,05	0,21	0,97%
N - O	139,22	50,26	1,24	0,89%

O - P	199,06	51,50	1,17	0,59%
P - Q	27,97	52,67	0,63	2,26%
Q - R	34,29	53,30	-0,31	-0,90%
R - S	156,21	52,99	-0,54	-0,35%
S - T	40,13	52,45	-1,64	-4,09%
T - U	67,69	50,81	0,50	0,73%
U - V	57,59	51,31	4,76	8,26%
V - W	56,82	56,07	3,34	5,88%
W - X	60,05	59,41	0,64	1,06%
X - Y	17,64	60,04	0,23	1,32%
Y - Z	12,79	60,28	0,25	1,93%
Z - A'	65,99	60,52	0,65	0,99%
A' - B'	20,24	61,18	0,19	0,93%
B' - C'	20,24	61,36	0,12	0,57%
C' - D'	55,60	61,48	0,27	0,49%
SP		61,75		

Rimpull

Dari hasil pengamatan didapat bahwa alat angkut memiliki daya mesin (HP) sebesar 430, dengan rimpul tersedia yang didapat sebagai berikut:

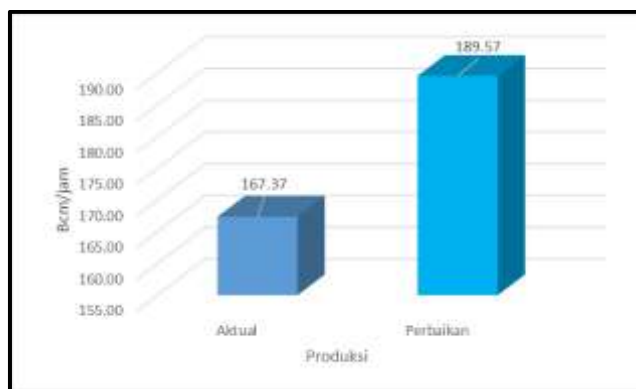
Tabel 4. Rimpull Setiap Gear

Gear	Kecepatan (mph)	Kecepatan (km/jam)	Efisiensi mesin	HP	Rimpull (lb)
1	1,74	2,81	85%	430	78.334
2	2,89	4,66	85%	430	47.324
3	3,70	5,97	85%	430	36.966
4	4,74	7,64	85%	430	28.873
5	6,08	9,79	85%	430	22.529
6	10,03	16,15	85%	430	13.660
7	12,90	20,78	85%	430	10.617
8	16,54	26,63	85%	430	8.287
9	21,17	34,09	85%	430	6.474

Untuk mendapatkan data *rimpull* berdasarkan kecepatan aktual dan waktu aktual ini dengan menggunakan bantuan *stopwatch* didasari dari data aktual hasil pengukuran alat angkut dari *stockpile* menuju *loading point* dan juga sebaliknya. Untuk waktu aktual didapat dengan menggunakan *stopwatch* selama 10,75 menit dan untuk kecepatan perbaikan didapat hasil perhitungan yang mengacu pada suatu persamaan dan juga *rimpull* agar dapat mengatasi *rolling resistance*, *grade resistance*, dan *acceleration resistance* dengan hasil waktu menjadi 8,90 menit.

Produktivitas dan Produksi

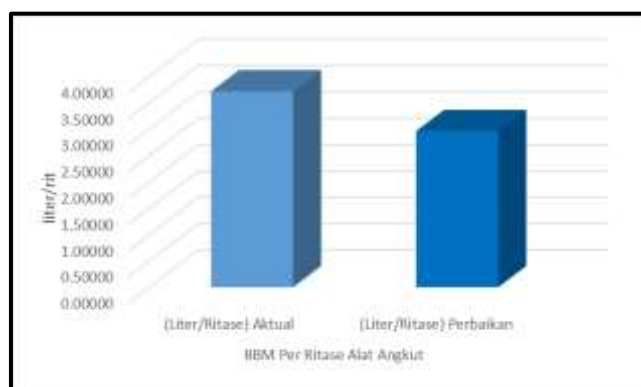
Produktivitas alat merupakan gambaran pencapaian suatu alat sesuai dengan kemampuannya di lapangan. Nilai produktivitas ini didapat dari hasil pengolahan data yang telah didapat dengan output menggunakan satuan BCM/jam/alat. Setelah didapat nilai produktivitas pada alat, maka dapat juga dicari nilai produksi nyata di lapangan. Dari hasil perhitungan produksi yang dihasilkan meningkat akibat dari perbaikan waktu *traveling rimpull*.



Gambar 3. Perbandingan Produksi Alat Angkut

Konsumsi Bahan Bakar

Untuk menghitung konsumsi bahan bakar dari alat angkut, didapatkan dari total konsumsi bahan bakar *dumptruck* Hanvan G7 371 (liter/shift) dibagi banyaknya jumlah jam kerja dari alat yang digunakan (jam/shift) dari hasil di atas didapatkan konsumsi bahan bakar dalam satuan (liter/jam). Hasil perhitungan aktual konsumsi bahan bakar alat angkut rata-rata 17,41 liter/jam. Setelah perbaikan geometri jalan konsumsi bahan bakar mengalami penurunan sebesar 11,76% menjadi rata-rata mengkonsumsi bahan bakar sebesar 15,36 liter/jam karena lamanya *cycle time* sangat mempengaruhi pada besar kecilnya konsumsi bahan bakar. Konsumsi bahan bakar pada setiap *ritase* sangat dipengaruhi oleh geometri jalan dan kondisi jalan, salah satunya kemiringan jalan yang apabila semakin curam akan berakibat pada besaran *cycle time*, semakin curam dan buruk jalan makan akan semakin lama *cycle time* alat dan juga semakin sedikit jumlah *ritase* yang dihasilkan alat angkut untuk melakukan pengangkutan. Untuk menghitung konsumsi bahan bakar alat angkut per ritase secara aktual, data yang diperlukan adalah data *cycle time* alat angkut, jumlah ritase dari alat angkut (ritase/jam), data konsumsi bahan bakar (liter/jam/shift).



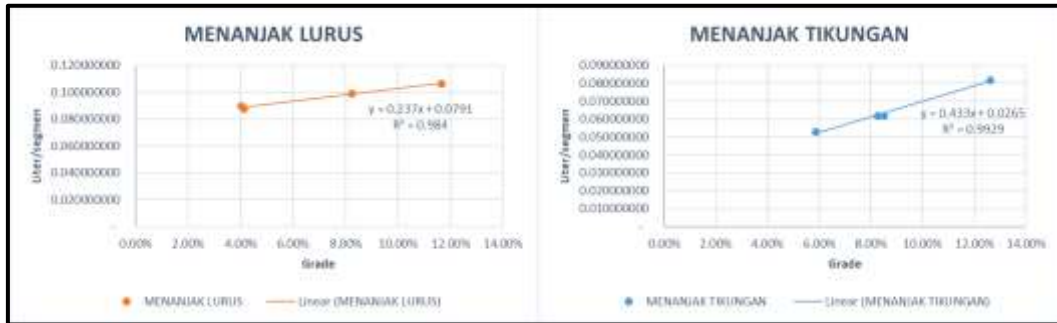
Gambar 4. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar

Dari hasil perhitungan yang dilakukan didapatkan konsumsi bahan bakar rata-rata pada alat angkut Hanvan G7 371 sebesar 3,71 liter/rit, setelah dilakukan perbaikan geometri jalan dan *cycle time* yang semakin cepat konsumsi bahan bakar menjadi rata-rata sebesar 2,96 liter/rit, mengindikasikan penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 20,29%.

Korelasi Konsumsi Bahan Bakar Kondisi Muatan

Korelasi dengan menggunakan analisis regresi dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh satu atau beberapa perubah bebas terhadap peubahan terikat. Dalam menentukan sampel untuk korelasi konsumsi bahan bakar dilakukan pembagian data berdasarkan besar

grade menjadi dua kelompok dengan menggunakan metode tabel distribusi yaitu jalan datar dan menanjak, untuk data konsumsi bahan bakar jalan datar dijadikan sebagai patokan standar konsumsi bahan bakar alat angkut. Data konsumsi bahan bakar kondisi menanjak dilakukan analisis regresi linier untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *grade* terhadap konsumsi bahan bakar. Korelasi konsumsi bahan bakar kondisi muatan terhadap *grade* kondisi jalan menanjak dengan memperhitungkan faktor kondisi jalan lurus dan juga kondisi jalan tikungan sebagai berikut.

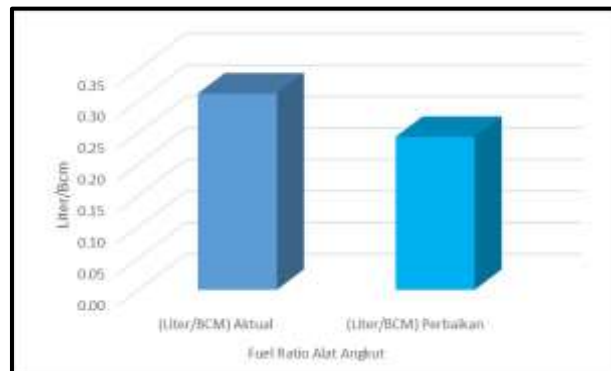


Gambar 5. Korelasi Konsumsi Bahan Bakar Kondisi Muatan

Dari data hasil regresi linier pengaruh *grade* terhadap bahan bakar per segmen kondisi muatan isi dengan jalan tikungan dan lurus pada jalan menanjak berdasarkan klasifikasi (Sarwono, 2006) [7] termasuk (hubungan sangat tinggi). Hal ini disebabkan karena pada kondisi jalan menanjak semakin tinggi *grade* suatu tanjakan akan berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar yang semakin tinggi.

Fuel Ratio

Fuel ratio adalah sebuah perbandingan jumlah konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan selama pembongkaran atau pengangkutan untuk mendapatkan satu bcm. Jika *fuel ratio* terlalu tinggi dan keuntungan dari material produksi lebih rendah maka bisa dikatakan rugi akibat konsumsi bahan bakar terlalu banyak berakibat biaya konsumsi bahan bakar yang akan tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *fuel ratio* adalah *fuel burn* (liter/jam) dan produktivitas alat (Bcm/jam)[1].



Gambar 6. Perbandingan *Fuel Ratio*

Hasil yang didapatkan dari perhitungan *fuel ratio*, rata-rata dalam sebulan untuk alat angkut Hanvan G7 371 adalah sebesar 0,31 liter/Bcm. Artinya untuk mendapatkan satu bcm membutuhkan konsumsi bahan bakar sebesar 0,31 liter. Untuk mendapatkan *fuel ratio* perbaikan harus melakukan perubahan *grade* pada beberapa segmen jalan dan lebar jalan yang tidak sesuai ketentuan pada beberapa segmen jalan dari *pit* menuju *stockpile*, didapatkan *fuel ratio* rata-rata perbaikan dalam sebulan sebesar 0,24 liter/Bcm. Artinya untuk mendapatkan satu bcm membutuhkan konsumsi bahan bakar sebesar 0,21 liter atau terdapat penurunan *fuel ratio*

sebesar 22,10% untuk alat angkut. Penurunan nilai *fuel ratio* akan berpengaruh terhadap besar konsumsi bahan bakar yang akan semakin mengecil dan mengurangi biaya bahan bakar dari kegiatan pengangkutan.

Fuel Cost

Fuel cost merupakan perhitungan untuk mengetahui biaya bahan bakar yang digunakan dalam kegiatan pengangkutan. Data yang diperlukan adalah data *fuel ratio* aktual alat angkut (liter/BCM), produksi alat angkut (BCM/shift) dan harga solar pada waktu penelitian.

Tabel 5. Perbandingan *Fuel Cost*

Keterangan	Fuel Ratio (Liter/Bcm)	Total Produksi (Bcm/Shift)	Harga Solar (Rp)	Fuel Cost per (shift/alat)
Aktual	0,31	382,46	RP 21.500	Rp 2.565.537
Perbaikan	0,24	382,46	RP 21.500	Rp 1.998.633

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dalam penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut.

1. Geometri jalan aktual angkut dari *pit* menuju *stockpile* terdapat beberapa segmen jalan yang memiliki kemiringan dan lebar jalan yang tidak sesuai, seperti pada segmen C-D yang memiliki kemiringan >12%, lebar jalan baik pada kondisi lurus dan tikungan yang harusnya masing-masing memiliki lebar 9,59 meter dan 14,45 meter.
2. Kebutuhan bahan bakar alat yang digunakan untuk aktivitas pengangkutan batubara sebesar 37,02 liter/jam untuk *excavator* Hitachi - zaxis 470 Lc dan 17,41 liter/jam untuk Hanvan G7 371.
3. Konsumsi bahan bakar per ritase dengan rata-rata kemiringan jalan 2,14% membutuhkan konsumsi bahan bakar rata-rata 3,71 liter/rit, setelah perbaikan geometri jalan konsumsi bahan bakar rata-rata menjadi 2,96 liter/rit.
4. Hubungan antara konsumsi bahan bakar alat angkut dan produksi sebesar 0,31 Bcm/liter artinya untuk mendapatkan satu bcm membutuhkan konsumsi bahan bakar sebesar 0,31 liter.
5. Rata-rata *fuel ratio* aktual alat angkut sebesar 0,31 liter/bcm dengan *fuel cost* sebesar Rp 2.565,537 /shift/alat atau Rp 230.898.288 /bulan.

Acknowledge

Penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu serta mendukung penyusun diantaranya:

1. Orang tua penyusun yang senantiasa mendo'akan dan mendukung dalam penelitian;
2. Dr. Ir. Yunus Ashari M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan Unisba dan Dosen Co-Pembimbing yang telah membantu dan meluangkan waktu dan pikirannya kepada penyusun untuk melaksanakan dan menyelesaikan penyusunan skripsi;
3. Noor Fauzi Isnarno S.Si., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Pertambangan Unisba;
4. Ir. Zaenal, M.T. sebagai Koordinator Skripsi yang senantiasa mengarahkan dalam kelancaran kegiatan skripsi;
5. Bapak Iswandaru S.T., M.T. selaku Pembimbing yang senantiasa memberikan arahan kepada penyusun dalam penyusunan skripsi;
6. Bapak Andrieanto Nurrochman, M.ENG., selaku Dosen Wali yang senantiasa membimbing penyusun dalam kelancaran penyusunan Skripsi ini memberikan semangat kepada penyusun selama perkuliahan;
7. Keluarga Tambang 2019, yang telah bersama-sama berjuang sebagai mahasiswa;

8. Bapak Asriwan Aftoni S.T. selaku Wakil Kepala Teknik Tambang;
9. Seluruh jajaran staf PT Era Perkasa *Mining* yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan Tugas Akhir.

Daftar Pustaka

- [1] Amiruddin, 2020. “**Analisis Kegiatan Produktivitas Terhadap Fuel Ratio Alat Angkut Dan Alat Gali Muat Pada Pit 2 Di Pt Pro Sarana Cipta**”. Jurnal Himasapta JURNAL HIMASAPTA, Vol. 5, No. 2 : 41 - 46, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- [2] Anonim, 1993, “**AASHTO Guide For Design Of Pavement Structures**”. America, American Association of State Highway and Transportation Officials
- [3] Anonim, 2006. “SPECIFICATIONS & APPLICATION HANDBOOK Edition 27”. Komatsu, Japan.
- [4] Awang Suwandhi, 2004. “**Perencanaan Jalan Tambang**”. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka. Universitas Islam Bandung.
- [5] Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1827 K/30/MEM/2018 Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik.
- [6] Prodjosumarto, 1993. “**Pemindahan Tanah Mekanis**”. Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [7] Sarwono, 2006. “Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif”. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [8] Sukirman dkk, 1999. “Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan”. Nova. Bandung.
- [9] Putra J, Kasim T. Optimasi Kesesuaian Alat Gali-Muat dengan Alat Angkut untuk Mengatur Fuel Ratio dalam Menghemat Pemakaian Fuel pada Pengupasan Overburden di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi. Jurnal Bina Tambang. 2018;3(4).
- [10] Muhammad Ikram, Yuliadi. Kajian Geoteknik untuk Penentuan Geometri Lereng Front Penambangan di PT. XYZ. Jurnal Riset Teknik Pertambangan. 2022 Dec 20;107–16.
- [11] Tendi Fernando, Zaenal, Sriyanti. Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara. Jurnal Riset Teknik Pertambangan. 2023 Jul 20;71–6.
- [12] Sarwono J. METODE PENELITIAN KUANTITATIF DAN KUALITATIF. 2006.