

Kajian Pengaruh Geometri Jalan terhadap Konsumsi Bahan Bakar dalam Optimasi Pengangkutan *Overburden* pada Penambangan Batubara PT Pancaran Surya Abadi di Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur

Aang Faisal Burhanudin^{*}, Zaenal, Dudi Nasrudin Usman

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

*aangfaisal199@gmail.com

Abstract. PT Pancaran Surya Abadi is one of the companies engaged in the coal mining industry. Mining business license (IUP) of production operations with number 540/025 / IUP-OP / MB-PBAT / IX / 2009 with an area of IUP of 991 Ha. Mining activities are carried out using an open mining system using a strip mining system. In overburden stripping, mechanical devices such as the Komatsu PC400 Lc excavators and load-excavators and Volvo Articulated dumptruck A40F are used as conveyances. The use of diesel fuel as a fuel has a significant influence on mining operational costs. Some things that affect fuel consumption in mechanical devices, including road geometry conditions, tool conditions and actual conditions in the field. Therefore, a study of the factors that can affect diesel fuel consumption is carried out, one of which is on the geometry of the road and road conditions. The purpose of this research is to increase the productivity of the dig-load and transport equipment with more efficient fuel consumption. The actual state of the existence of several road segments that have road conditions more than the standard operating procedures specified (12%) according to AASHTO theory so that the rimpull that must be overcome by the tool is getting bigger, the greater use of rimpull can affect the fuel consumption which will be even greater. Actual productivity of digging and unloading equipment 200.93 bcm / hour / tools and conveyance equipment 49.94 bcm / hour / tool with an average fuel consumption of 44.25 liter / hour digging equipment and hauling equipment 25.45 liters / hour. After improvements to road conditions and distribution times there has been an increase in the productivity of conveyance 65.28 bcm / hour / tool and the use of fuel is more effective and efficient with fuel consumption of 20.14 liters / hour. In this study a study of road geometry that affects fuel consumption is one of them on road conditions, so that the fuel demand on the conveyance with an average road condition of 5.50% with fuel consumption of 0.08 liters / m /% and fuel ratio of 0.51 liter / bcm and fuel cost of Rp. 1,726,231.68 shifts / tools. After an average study on the road conditions 4.99% with fuel consumption of 0.07 liters / m /% and a fuel ratio of 0.31 liters / bcm and a fuel cost of Rp. 1,371,549.12 shifts / tools. Improvements to road conditions greatly affect tool productivity, fuel consumption, fuel ratio and fuel cost so as to reduce mining operating costs.

Keywords: Road Geometry, Productivity, Rimpull, Fuel Oil, Fuel Ratio,

Fuel Cost.

Abstrak. PT Pancaran Surya Abadi merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang usaha industri pertambangan batubara. Izin usaha pertambangan (IUP) operasi produksi dengan nomor 540/025/IUP-OP/MB-PBAT/IX/2009 dengan luas IUP sebesar 991 Ha. Kegiatan penambangan dilakukan dengan sistem penambangan terbuka dengan menggunakan sistem penambangan strip mining. Dalam pengupasan overburden digunakan alat mekanis seperti alat gali-muat excavator Komatsu PC400 Lc dan Volvo Articulated Dumptruck A40F sebagai alat angkut. Penggunaan solar sebagai bahan bakar memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap biaya operasional penambangan. Beberapa hal yang berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar pada alat mekanis, diantaranya kondisi geometri jalan, kondisi alat dan kondisi aktual di lapangan. Oleh karena itu dilakukan kajian terhadap faktor-faktor yang dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar solar, salah satunya pada geometri jalan dan kondisi jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan produktivitas alat gali-muat dan angkut dengan konsumsi bahan bakar yang lebih efisien. Keadaan aktual adanya beberapa segmen jalan yang memiliki kondisi jalan lebih dari standar operasional prosedur yang ditetapkan (12 %) menurut teori AASHTO sehingga rimpull yang harus diatasi oleh alat tersebut semakin besar, penggunaan rimpull yang semakin besar dapat berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar yang akan semakin besar. Produktivitas aktual alat gali-muat 200,93 bcm/jam/alat dan alat angkut 49,94 bcm/jam/alat dengan rata-rata konsumsi bahan bakar alat gali-muat 44,25 liter/jam dan alat angkut 25,45 liter/jam. Setelah dilakukan perbaikan pada kondisi jalan dan waktu edar adanya peningkatan produktivitas alat angkut 65,28 bcm/jam/alat dan penggunaan bahan bakar lebih efektif dan efisien dengan konsumsi bahan bakar 20,14 liter/jam. Pada penelitian ini dilakukan kajian terhadap geometri jalan yang berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar salah satunya pada kondisi jalan, sehingga kebutuhan bakar pada alat angkut dengan rata-rata kondisi jalan 5,50% dengan konsumsi bahan bakar 0,08 liter/m/% dan fuel ratio 0,51 liter/bcm serta fuel cost sebesar Rp. 1.726.231,68 shift/alat. Setelah dilakukan kajian rata-rata pada kondisi jalan 4,99 % dengan konsumsi bahan bakar 0,07 liter/m/% dan fuel ratio 0,31 liter/bcm serta fuel cost sebesar Rp. 1.371.549,12 shift/alat. Perbaikan pada kondisi jalan sangat berpengaruh terhadap produktivitas alat, konsumsi bahan bakar, fuel ratio dan fuel cost sehingga dapat mengurangi biaya operasi penambangan.

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

1. Pendahuluan

PT Pancaran Surya Abadi merupakan perusahaan yang bergerak di bidang usaha pertambangan batubara yang berlokasi di Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Dalam kegiatan operasi penambangan ada salah satu komponen yang sangat penting salah satunya kebutuhan bahan bakar solar untuk alat mekanis. Penggunaan solar yang relatif besar memberikan pengaruh terhadap biaya operasi penambangan. Beberapa hal yang berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar pada alat mekanis, diantaranya kondisi geometri jalan, kondisi alat dan kondisi aktual di lapangan.

Dalam pembuatan geometri jalan perlu diperhatikan standar atau ketentuan yang telah ditetapkan seperti pada teori AASHTO (*American Association of State Highway and*

Transportation Officials) terutama pada lebar jalan, kemiringan jalan dan daya dukung jalan untuk menahan beban yang diberikan oleh alat terbesar yang melaluinya. Keadaan aktual di lapangan ada beberapa geometri jalan yang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan seperti pada kemiringan jalan yang terlalu curam, sehingga dapat menimbulkan alat angkut tidak dapat bekerja secara optimal dan berpengaruh terhadap waktu edar alat tersebut. Semakin besar waktu edar alat angkut maka produksi akan semakin menurun dan konsumsi bahan bakar akan semakin meningkat.

Penggunaan bahan bakar yang belum efektif dan efisien sangat berpengaruh terhadap biaya operasional, besarnya penggunaan bahan bakar dapat dipengaruhi oleh geometri dan kondisi jalan. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan kajian pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar untuk mengoptimalkan penggunaan bahan bakar yang lebih efisien sehingga dapat mengurangi biaya operasional dari kegiatan penambangan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut : “Bagaimana kondisi geometri jalan secara aktual?”, “Bagaimana hubungan produksi dengan konsumsi bahan bakar?”, “Berapa konsumsi bahan bakar alat gali-muat dan alat angkut?”, “Berapa rata-rata konsumsi bahan bakar setiap segmen jalan?”, “Bagaimana fuel ratio dan fuel cost secara aktual”. Selanjutnya, tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi geometri jalan secara aktual.
2. Mengetahui hubungan produksi dengan konsumsi bahan bakar.
3. Menghitung konsumsi bahan bakar pada alat gali-muat dan alat angkut (liter/jam).
4. Menghitung rata-rata konsumsi bahan bakar setiap segmen jalan.
5. Menghitung dan menganalisis *fuel ratio* dan *fuel cost* secara aktual.

2. Landasan Teori

Pemindahan tanah mekanis merupakan proses penggalian serta pemindahan material dengan menggunakan alat mekanis dari front kerja menuju disposal area. Untuk melakukan pemindahan material, kondisi jalan perlu diperhatikan sebagai akses jalan utama sehingga dapat mencapai target produksi yang ditetapkan oleh perusahaan.

Geometri jalan tambang pada umumnya berbeda dengan geometri jalan umum, karena ukuran alat angkut yang digunakan mempunyai dimensi lebih besar, sehingga alat angkut dapat bergerak dengan kecepatan normal dan aman. Dalam penentuan geometri jalan tambang terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan, diantaranya:

1. Lebar Jalan Kondisi Lurus dan Kondisi Tikungan
Lebar jalan angkut pada umumnya dibuat dua jalur ganda dengan lalu lintas dua arah, sehingga alat mekanis dapat bergerak secara normal.
2. Jari-Jari Tikungan
Penentuan jari-jari tikungan menyesuaikan dengan *truck* atau alat yang digunakan pada kegiatan penambangan, karena spesifikasi setiap alat angkut mempunyai kemampuan yang berbeda pada saat mengatasi suatu tikungan.
3. Nilai Superelevasi
Superelevasi dihitung untuk mengatasi gaya sentrifugal yang bekerja pada alat angkut yang sedang melewati tikungan jalan.
4. Kemiringan Jalan (*Grade*)
Kemiringan Jalan maksimal yang telah ditentukan dalam SOP perusahaan dan standar teori *AASHTO* pada kemiringan jalan maksimal yaitu 12 %.
5. Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)
Kemiringan melintang merupakan sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal.

Penggunaan bahan bakar adalah kebutuhan dari setiap mesin pada suatu kendaraan, dalam menghitung kebutuhan setiap bahan bakar dapat ditentukan dengan persamaan (Sahoo, et al. 2010) dengan memasukan parameter-parameter dari produsen kendaraan. Dalam buku *Specification & Application Handbook KOBELCO edisi 27*, menjelaskan bahwa konsumsi bahan bakar adalah total pemakaian bahan bakar untuk masing-masing alat gali-muat dan angkut

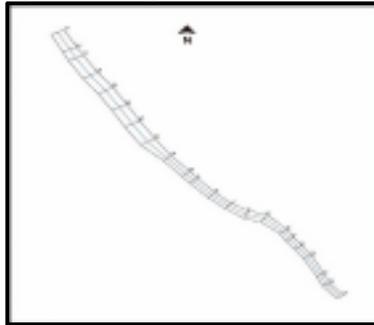
satu *fleet* ditunjukkan dengan volume (liter/jam).

Fuel Ratio merupakan nilai atau rasio yang menunjukkan perbandingan antara penggunaan bahan bakar dengan produksi *overburden* yang dihasilkan. Sedangkan *fuel cost* merupakan biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk mendapatkan atau membongkar satu BCM *overburden*.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Geometri Jalan

Penelitian dilakukan pada area Pit Borneo dimana pengamatan dilakukan terhadap kegiatan pembongkaran dan pengangkutan lapisan material tanah penutup dengan kondisi *front* kerja yang relatif luas dengan jenis material batu lempung dan *topsoil*. Berikut merupakan sketsa pembagian segmen jalan yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Sketsa Pembagian Segmen Jalan

Tujuan dari penentuan segmen jalan tersebut untuk dilakukan perhitungan geometri jalan, sehingga dapat diketahui nilai lebar jalan angkut secara aktual dan teoritis, penentuan lebar jalan dibagi ke dalam dua bagian yaitu kondisi jalan lurus **Tabel 1** dan kondisi jalan pada tikungan **Tabel 2**. Berikut merupakan tabel dari perhitungan geometri jalan:

Tabel 1. Lebar Jalan Angkut Kondisi Lurus

Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
A	12,005	13,90	-
B		13,70	-
C		13,60	-
D		15,70	-
E		15,80	-
F		16,10	-
H		15,70	-
J		16,20	-
K		16,50	-
L		17,80	-
M		18,10	-
N		17,70	-
O		29,65	-
P		30,10	-
Q		29,50	-
R		30,40	-
S		29,28	-
T		29,47	-
U		27,24	-
V	25,23	-	

Tabel 2. Lebar Jalan Angkut Kondisi Tikungan

Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
G	24,99	26,44	-
I		25,15	-

Kemiringan Jalan

Kemiringan jalan pada lokasi penelitian memiliki kemiringan jalan yang cukup bervariasi mulai dari 1 % - 16 %, sehingga ada beberapa segmen jalan yang melebihi SOP yang sudah ditentukan yaitu 12 %.

Jari – Jari Tikungan dan Superelevasi

Berdasarkan hasil pengukuran jari-jari tikungan didapatkan nilai sebesar 25,99 meter dengan perhitungan jari-jari sesuai dengan standar teori AASHTO, maka nilai jari-jari minimum yang dapat digunakan yaitu 14,38 meter. Sedangkan angka superelevasi yang direkomendasikan yaitu 0,04.

Kemiringan Melintang (Crosslope)

Pada lokasi penelitian tidak terdapatnya kemiringan melintang sehingga adanya beberapa segmen jalan yang bergelombang, oleh karena itu kondisi jalan harus mempunyai beda tinggi antara sisi kanan dan sisi kiri jalan sebesar 240 mm atau 24 cm agar kondisi jalan menjadi lebih baik dari yang sebelumnya.

Perhitungan Produksi Alat Gali – Muat dan Angkut

Alat gali-muat yang digunakan yaitu Komatsu PC400 Lc dengan produksi *overburden* 200,93 BCM/jam. Sedangkan alat angkut yang digunakan yaitu *Articulated Dumptruck* A40F dengan produksi 199,74 BCM/jam.

1. Perhitungan produktivitas alat gali-muat :

$$P_{im} = \frac{E_m \times 60 \times H_{mt} \times FF_m \times SF}{CT_m}$$

$$P_{im} = \frac{0,6071 \times 60 \times 2,2 \times 1,059 \times 0,85}{0,3558}$$

$$P_{im} = 200,93 \text{ Bcm/jam/unit}$$

2. Perhitungan produktivitas alat angkut :

$$P_{ia} = \frac{E_a \times 60 \times (H_{mt} \times n_p \times FF_m) \times SF}{C_a}$$

$$P_{ia} = \frac{0,7167 \times 60 \times (2,2 \times 7 \times 1,059) \times 0,85}{11,937}$$

$$P_{ia} = 49,94 \text{ BCM/jam/unit}$$

Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Alat Gali – Muat dan Alat Angkut

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada alat gali-muat sebesar 44,25 liter/jam. Sedangkan pada alat angkut 25,45 liter/jam.

1. Perhitungan konsumsi bahan bakar alat gali-muat:

$$FC_{GM} = \frac{T_{FC} \text{ (Liter/Bulan)}}{W_e \text{ (Jam/Bulan)}}$$

$$FC_{GM} = \frac{9.252 \text{ Liter/Bulan}}{209 \text{ Jam/Bulan}}$$

$$FC_{GM} = 44,25 \text{ Liter/jam}$$

2. Perhitungan konsumsi bahan bakar alat angkut:

$$FC_A = \frac{T_{FC} \text{ (Liter/Bulan)}}{W_e \text{ (Jam/Bulan)}}$$

$$FC_A = \frac{5.395 \text{ Liter/Bulan}}{212 \text{ Jam/Bulan}}$$

$$FC_A = 25,45 \text{ Liter/jam}$$

Dalam penelitian ini dilakukan upaya untuk meningkatkan produktivitas dengan penggunaan bahan bakar yang lebih efektif dan efisien. Sehingga dapat mengurangi biaya dari kegiatan penambangan. Berikut merupakan tabel rekapitulasi dari upaya perbaikan yang telah dilakukan pada geometri jalan sehingga produktivitas dapat meningkat dengan penggunaan bahan bakar yang lebih efektif dan efisien dari sebelumnya.

Tabel 3. Rekapitulasi Data Aktual dan Rekomendasi

KETERANGAN	TEORI	AKTUAL	PERBAIKAN
Lebar Jalan Kondisi Lurus (m)	12,005	13,61	-
Lebar Jalan Kondisi Tikungan (m)	24,99	25,15	-
Kemiringan Jalan (%)	12	14,05	12
Waktu Edar (Menit)	-	11,937	9,445
<i>Match Factor</i>	-	0,81	1,06
Produktivitas Alat Angkut (BCM/jam)	-	49,94	65,28
Konsumsi Bahan Bakar (Liter/jam)	-	24,45	20,14
Konsumsi Bahan Bakar (Liter/ritase)	-	5,064	4,01
<i>Fuel Ratio</i> (Liter/BCM)	-	0,51	0,31
<i>Fuel Cost</i> (Rp/Bulan)	-	46.608.255,40	37.031.826,20

4. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Jenis Geometri jalan aktual pada area Pit Borneo memiliki jarak 812 m dengan lebar jalan pada kondisi lurus antara 13,61 m – 30,40 m dan lebar jalan pada kondisi tikungan 1 26,44 m dan tikungan 2 25,15 m dengan kondisi jalan yang sangat bervariasi mulai dari 1,75 % - 15,84 %.
2. Metoda pengendalian Hubungan antara produksi dengan konsumsi bahan bakar didapatkan 0,66 BCM/liter.
3. Faktor-faktor Konsumsi bahan bakar pada alat gali-muat sebesar 44,25 liter/jam sedangkan pada alat angkut sebesar 25,45 liter/jam.
4. Laju Konsumsi bahan bakar pada kondisi jalan 5,50 % dengan konsumsi bahan bakar 0,08 liter/m/% dalam kondisi bermuatan. Sedangkan pada kondisi tidak bermuatan memiliki rata-rata kondisi jalan 4,99 % dengan konsumsi bahan bakar 0,07 liter/m/%.
5. Nilai *fuel ratio* aktual 0,51 liter/BCM dan *fuel cost* aktual dalam per shift sebesar Rp. 1.726.231,68 shift/alat.

5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian penyusun memberikan beberapa saran yang di nilai lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan kondisi sebelumnya. Beberapa saran tersebut diantaranya :

1. Perlu dilakukannya perawatan dan kontrol jalan secara berkala terutama pada permukaan jalan yang masih kurang baik, sehingga adanya beberapa segmen jalan bergelombang yang mengakibatkan alat tidak dapat bekerja secara optimal.
2. Mengoptimalkan kemiringan jalan sesuai dengan standar operasional prosedur yang telah ditetapkan maksimal 12% menurut standar teori AASHTO.
3. Untuk Adanya pemahaman kepada operator alat angkut untuk menggunakan alat dengan kecepatan tertentu yang telah ditetapkan pada area Pit Borneo.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 1993, “*AASHTO guide for Design of Pavement Structures*”, America, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- [2] Anonim, 2017, “*Handbook Komatsu PC400 Lc Hydraulic Excavator*”, Japan.
- [3] Anonim, 2020, “*Volvo Articulated Haulers Construction Equipment*”, Swedia.
- [4] Awang Suwandhi, 2004, “*Perencanaan Jalan Tambang*”, Diklat perencanaan tambang

terbuka, Universitas Islam Bandung.

- [5] Dwayne D, Tannant & Bruce Regensburg, 2001, “*Guidelines For Mine Haul Road Design*”, University of British Columbia.
- [6] Herbert L, Nichols, 2005, “*Moving The Earth*”, American.
- [7] Mahendra Mulya, 2019, “*Kecamatan Muara Badak Dalam Angka*”, Badan Pusat Statistik Kabupaten Kutai Kartanegara.
- [8] Nabella, Merlin, Zaenal, Yuliadi, 2016, “*Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Fuel Ratio Pada Kegiatan Penambangan Batuan Andesit di PT Gunung Sampurna Makmur Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Jawa Barat*”, Prosiding Spesia Teknik Pertambangan (Februari, 2016). ISSN: 2460-6499. P 237-244. Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [9] Sukirman, dkk., 1999, “*Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*”, Nova, Bandung.
- [10] SNI 7167, 2016, “*Pengaman Jalan Pertambangan*”.
- [11] Partanto, Prodjosumarto, 1993, “*Pemindahan Tanah Mekanis*”, Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [12] Partanto, Prodjosumarto, 1993, “*Tambang Terbuka (Surface Mining)*”, Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [13] Prabowo, Jerry Dwifajar, Dono, Guntoro, Maryanto, 2018, “*Perencanaan Project Perbaikan Segmen Jalan Tanggulangan dan Pemasangan Culvert PT Vale Indonesia*”, Prosiding Spesia Teknik Pertambangan (Februari, 2018), ISSN: 2460-6499, P 184-193, Universitas Islam Bandung, Bandung. [14] Widharto, S. 2001, “*Karat dan Pencegahannya*”, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [14] Pratama, Devi Diansyah, Dono Guntoro, Zaenal, 2017, “*Kajian Efisiensi Bahan Bakar HD 465-605 Pada Jalan Tambang Quarry D Batu Gamping di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Kecamatan Citeureup Kabupaten Bogor Jawa Barat*”, Prosiding Spesia Teknik Pertambangan (Februari, 2017), ISSN: 2460-6499, P 185-192, Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [15] Wicaksono, M. Rizqi, Zaenal, Moralista, Elfida, 2019, “*Evaluasi Jalan Tambang Berdasarkan Teori AASHTO untuk Meningkatkan Produksi Pengupasan dan Pengangkutan Overburden pada Kegiatan Penambangan Batubara di Area Roto South G PT Kideco Jaya Agung, Desa Batu Kajang, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur*”, Prosiding Spesia Teknik Pertambangan (Februari, 2020), ISSN : 2460-6499, P 141-148, Universitas Islam Bandung, Bandung.