

Analisis Geometri Jalan Angkut terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Penambangan Andesit PT Selo Agung Desa Pamoyangan Kecamatan Plered Kabupaten Purwakarta Provinsi Jawa Barat

Indra Adi Satria^{*}, Zaenal, Indra Karna Wijaksana

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

*indra.adi.satria.id@gmail.com

Abstract. PT Selo Agung is a company engaged in the field of andesite mining located in Pamoyangan Village, Plered District, Purwakarta Regency, West Java Province. The process of transporting mining materials uses the Komatsu HD-180 truck. In this study will discuss the effect of the mine road on fuel consumption. Evaluation of road geometry will be guided by AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) theory. In evaluating the geometry of the road in the form of a straight road width, road bends, road grade, then compared with the AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) theory. The results of the evaluation will get the travel time and power needed that will compare to fuel consumption. Observations in the field segment length ranged from 42 m - 62 m, with a total length of the segment length 241 m, the width of the road both straight and bend conditions ranged from 4,21 m – 14,29 m and on the slope of the haul road ranged between 2,88% - 10,55%. The travel time on the haul road conditions prior to repair was 58,86 seconds and 58,24 seconds after repair. On an empty condition of 34,704 seconds, either after repair or before repair. In calculating the power prior to road repairs, a total power of 1.604,059 kW is obtained. Then from the results of the calculation of the power after road repair, a total power of 1.563,519 kW is obtained. The actual fuel usage is 28,19 liters / hour. Fuel consumption per road before road repair with a total of 0.742 liters / rit. Calculation of fuel consumption per liter after road repair of 0,705 liters, from the results of the calculation of the use of fuel on the haul road decreased fuel by 0,037 liters per ritase. Factors that influence fuel consumption consist of the influence of hauling distance on fuel consumption in uphill conditions with a value of $R^2 = 0,587$, and a decreasing condition $R^2 = 0.586$, the effect of the travel time of the conveyance on fuel consumption in uphill conditions with a value of $R^2 = 0,814$, and the condition decreases $R^2 = 0,586$. The effect of road slope on fuel consumption in uphill conditions with a value of $R^2 = 0,795$, and a declining condition $R^2 = 0,795$. The factor that most influences the use of fuel is the travel time for fuel use in uphill conditions with a coefficient of determination $R^2 = 0,814$, this value shows a high influence relationship between the travel time of the road on the uphill condition on fuel consumption.

Keywords: Road Geometry, Travel Time, Engine Power, Fuel, Influence Factor.

Abstrak. PT Selo Agung merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penambangan andesit yang terletak di Desa Pamoyangan, Kecamatan Plered, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. Proses pengangkutan material tambang menggunakan truk Komatsu HD-180. Dalam penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh jalan tambang terhadap konsumsi bahan bakar. Evaluasi geometri jalan akan berpedoman pada teori AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). Dalam melakukan evaluasi geometri jalan berupa lebar jalan kondisi lurus, lebar jalan kondisi tikungan, grade jalan, kemudian dibandingkan dengan teori AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). Hasil evaluasi akan didapatkan waktu tempuh dan daya yang dibutuhkan yang akan dibandingkan terhadap konsumsi bahan bakar. Pengamatan di lapangan panjang segmen berkisar antara 42 m – 62 m, dengan panjang total panjang segmen 241 m, lebar jalan baik kondisi jalan lurus maupun tikungan berkisar antara 4,21 m – 14,29 m dan pada persen kemiringan jalan angkut berkisar antara 2,88% - 10,55%. Waktu tempuh pada kondisi isi jalan angkut sebelum perbaikan 58,86 detik dan 58,24 detik setelah perbaikan. Sedangkan waktu tempuh pada kondisi kosong 34,704 detik, baik setelah perbaikan ataupun sebelum perbaikan. Dalam perhitungan daya sebelum perbaikan jalan, didapatkan total daya yang dibutuhkan sebesar 1.604,059 kW. Lalu dari hasil perhitungan daya setelah perbaikan jalan, didapatkan total daya yang dibutuhkan sebesar 1.563,519 kW. Penggunaan bahan bakar secara aktual didapatkan sebesar 28,19 liter/jam. Konsumsi bahan bakar setiap ritase sebelum perbaikan jalan dengan total 0,742 liter/rit. Perhitungan konsumsi bahan bakar setiap ritase setelah perbaikan jalan sebesar 0,705 liter/rit. Kemudian dari hasil perhitungan penggunaan bahan bakar pada jalan angkut mengalami pengurangan bahan bakar sebesar 0,037 liter/rit. Faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar terdiri dari pengaruh jarak angkut terhadap konsumsi bahan bakar pada kondisi menaik dengan nilai $R^2 = 0,587$ dan kondisi menurun $R^2 = 0,586$. Pengaruh waktu tempuh alat angkut terhadap konsumsi bahan bakar pada kondisi menaik dengan nilai $R^2 = 0,814$ dan kondisi menurun $R^2 = 0,586$. Pengaruh kemiringan jalan terhadap konsumsi bahan bakar pada kondisi menaik dengan nilai $R^2 = 0,795$ dan kondisi menurun $R^2 = 0,795$. Faktor yang paling mempengaruhi penggunaan bahan bakar adalah penggunaan bahan bakar pada kondisi menaik dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,814$. Nilai ini memperlihatkan adanya hubungan pengaruh yang tinggi antara waktu tempuh pada kondisi menaik terhadap konsumsi bahan bakar..

Kata Kunci: Geometri Jalan, Waktu Tempuh, Daya Mesin, Bahan Bakar, Faktor Pengaruh.

1. Pendahuluan

Konsumsi bahan bakar solar umumnya pada kegiatan penambangan merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan, karena merupakan salah satu faktor yang memiliki pengaruh besar terhadap biaya operasi produksi penambangan. Proses penambangan harus memperkirakan persediaan bahan bakar supaya tidak terjadi kekosongan persediaan bahan bakar yang mengakibatkan terganggunya proses pertambangan.

Faktor yang mempengaruhi penggunaan bahan bakar dapat dibagi menjadi dua, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Geometri jalan angkut merupakan salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar, seperti tahanan gulir yang dimiliki oleh jalan angkut, kemiringan jalan angkut serta jarak jalan angkut yang dapat berpengaruh terhadap pola

mengemudi, panjang lintasan dan banyaknya waktu berhenti. Ini semua dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Apakah faktor yang paling mempengaruhi konsumsi bahan bakar?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui geometri jalan angkut aktual di lapangan.
2. Mengetahui waktu tempuh pada geometri jalan angkut.
3. Mengetahui penggunaan daya pada segmen jalan angkut.
4. Mengetahui pengaruh geometri jalan angkut terhadap konsumsi bahan bakar.
5. Mengetahui faktor yang paling mempengaruhi konsumsi bahan bakar..

2. Landasan Teori

Fungsi utama jalan angkut adalah untuk menunjang kelancaran operasional pengangkutan dalam kegiatan penambangan. Alat angkut umumnya berdimensi besar, oleh sebab itu, geometri jalan harus sesuai dengan dimensi alat angkut yang digunakan agar dapat bergerak leluasa pada kecepatan normal dan aman.

Menurut *The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* Manual Rural High Way Design 1973, menyatakan bahwa untuk kondisi lebar jalan angkut harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan.

Menurut Prodjosumarto, Partanto, 1996, kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut truck berkisar antara 10% – 15% atau sekitar 6° – 8,5°. Akan tetapi untuk jalan naik atau turun pada lereng bukit lebih aman bila kemiringan jalan maksimum sekitar 8% (= 4,50°).

Menurut Wong J. Y dalam bukunya *Theory of Ground Vehicle* (2001), pada kendaraan *off-road*, konsumsi bahan bakar kendaraan tidak hanya eristik mesin saja, tetapi juga dipengaruhi oleh bergantung pada karakteristik jalan angkut, karakteristik pemindahan transmisi, tahanan dalam beroperasi gaya-gaya penghambat eksternal, jarak angkut, dan kecepatan pengoperasian. Dalam menghitung kebutuhan setiap bahan bakar dapat ditentukan dengan persamaan Benerjee, 2010. Dengan memasukan parameter-parameter dari produsen kendaraan.

Menurut Prodjosumarto, Partanto, 1996, tahanan gulir dapat didefinisikan sebagai jumlah segala gaya-gaya luar yang berlawanan dengan arah gerak kendaraan yang berjalan di atas jalur jalan atau permukaan tanah.

Menurut Sudjana tahun 2000, Analisis regresi setidak-tidaknya memiliki 3 kegunaan, yaitu untuk tujuan deskripsi dari fenomena data atau kasus yang sedang diteliti, untuk tujuan kontrol, serta untuk tujuan prediksi.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengukuran lebar jalan angkut dari *front* tambang menuju *hopper*, dilakukan dengan meteran manual, hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam pengolahan data. Penentuan lebar jalan angkut tambang didasarkan pada alat angkut yang memiliki dimensi paling besar yang beroperasi saat itu. Berdasarkan pengukuran, *dump truck* komatsu HD 180 dengan lebar 3 meter. Maka perbandingan lebar jalan lurus aktual dengan perhitungan lebar jalan minimum evaluasi geometri jalan sesuai ketentuan *The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*, harus lebih dari 6 meter.

Berdasarkan koreksi lebar jalan didapatkan lebar jalan angkut tambang pada PT Selo Agung dari *front* menuju *hopper*. pada sepanjang ruas jalan lebih dari 50% diantaranya masih belum memenuhi standar jalan angkut tambang. Kondisi ini akan berdampak buruk terhadap safety terutama apabila terjadi *human error* oleh operator alat angkut disaat berada pada ruas jalan yang sempit ini akan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja dan terjadinya antrian alat angkut di lokasi jalan angkut pada ruas jalan yang sempit sehingga pengangkutan menjadi kurang efisien, maka sebaiknya pada ruas jalan yang kurang memenuhi standar perlu di lakukan penambahan lebar minimum sesuai koreksi.

Dari perhitungan lebar jalan pada tikungan diperlukan lebar minimum 8,98 meter sedangkan di lapangan pada ruas jalan tikungan dari hasil pengukuran aktual hanya beberapa

yang memenuhi standar perhitungan. Keadaan ini akan mempengaruhi kelancaran alat angkut saat beroperasi, maka sebaiknya pada ruas jalan yang kurang memenuhi standar perlu dilakukan penambahan lebar minimum sesuai koreksi.

Berdasarkan perolehan data di lapangan, kemiringan jalan angkut pada PT Selo Agung masih banyak jalan yang melebihi standar persen kemiringan (8%), Jalan pada segmen C - D dengan jarak 54 meter memiliki *grade* 10,55 %, Maka dari itu perusahaan perlu mengoreksi lagi mengenai perencanaan pembuatan kemiringan jalan tambang yang tidak melebihi standar kemiringan maksimum untuk memperkecil kemungkinan terjadinya kerusakan alat, konsumsi bahan bakar yang berlebih, hingga dapat menyebabkan kecelakaan kerja.

Tabel 1. Evaluasi Lebar Jalan Lurus

Titik Pengamatan	Elevasi (mdpl)	Lebar (m)	Keterangan	Lebar min (6 m)	Koreksi Lebar Jalan (m)
A	425,039	4,21	Satu Jalur	< L min	-1,79
B	426,247	4,23	Satu Jalur	< L min	-1,77
D	436,152	6,38	Satu Jalur	> L min	Sesuai
F	438,461	14,29	Satu Jalur	> L min	Sesuai

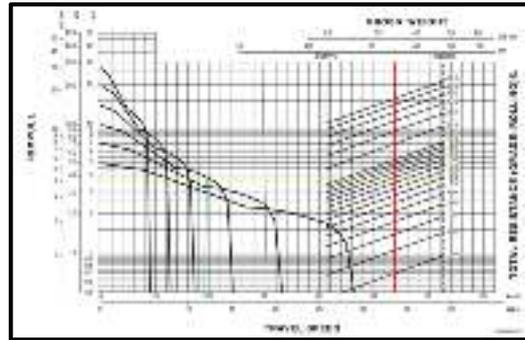
Tabel 2. Evaluasi Lebar Jalan pada Tikungan

Titik Pengamatan	Elevasi (mdpl)	Lebar (m)	Keterangan	Lebar min (8,98 m)	Koreksi Lebar Jalan (m)
C	430,484	4,67	Satu Jalur	< L min	-4,31
E	436,419	11,85	Satu Jalur	> L min	Sesuai

Tabel 3. Evaluasi Kemiringan Jalan (*Grade*)

Segmen	Jarak Datar (m)	Jarak Miring (m)	Beda Tinggi	Grade (%)	Sudut Kemiringan	Koreksi Grade (8%)
A - B	41,98	42	1,21	2,88	1,65	Sesuai
B - C	61,86	62	4,24	6,85	3,93	Sesuai
C - D	53,70	54	5,67	10,55	6,06	-2,55
D - E	38,99	39	0,27	0,68	0,39	Sesuai
E - F	43,95	44	2,04	4,65	2,66	Sesuai

Kecepatan pengangkutan ideal ditentukan dengan menggunakan grafik unjuk kerja (*performance chart*) yang diterbitkan oleh Komatsu data terlampir pada lampiran. Pada grafik *performance curve off highway* kecepatan ideal di pengaruhi oleh *total resistance* dan berat kendaraan yang di pergunkan dalam aktivitas pengangkutan dari *front* menuju *hopper*. Pada kondisi lapangan kecepatan ideal yang dihasilkan dari *performance chart* tidak dapat digunakan seluruhnya karena dibatasi kecepatan yang telah ditentukan oleh perusahaan sebesar 25 km/jam dengan maksud faktor keamanan bagi para operator agar mengurangi resiko kecelakaan kerja.



Sumber: Specification & Application handbook Komatsu

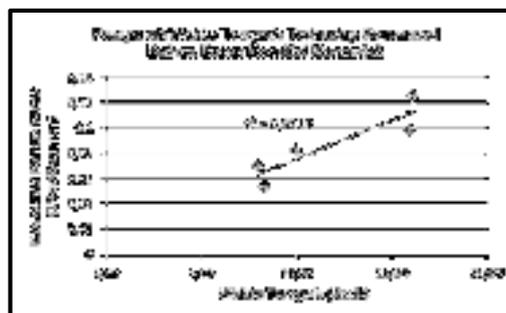
Gambar 1. Performance Curve Rigid Dump Truck Komatsu HD 180 (Menanjak)

Dari hasil pengolahan data kondisi jalan angkut sebelum dan setelah perbaikan adanya pengurangan waktu tempuh sebesar 0,62 detik pada kondisi muatan isi, kondisi ini disebabkan adanya perubahan pada kemiringan jalan setelah perbaikan yang menyebabkan adanya perubahan pada waktu tempuh kendaraan saat beroperasi, adanya perubahan waktu tempuh tersebut menandakan bahwa pada kondisi kemiringan kurang dari 8% dapat mempengaruhi kecepatan yang dapat dihasilkan oleh kendaraan, semakin kecil nilai waktu tempuh maka semakin cepat pula lajut kendaraan maka meningkat pula nilai produktivitas alat angkut.

Pada kondisi muatan kosong tidak ada pengurangan terhadap waktu tempuh, hal ini disebabkan dalam kondisi muatan kosong alat angkut dapat melaju dengan kecepatan maksimal dan demi menjaga faktor keamanan saat beroperasi maka kecepatan dibatasi 25 km/jam.

Dalam menghitung kebutuhan setiap bahan bakar dapat ditentukan dengan persamaan (Benerjee 2010). Untuk menentukan besarnya daya yang harus dikeluarkan dalam (kW), Perhitungan daya dilakukan sebelum dan sesudah perbaikan jalan dengan kemiringan masih ada yang diatas 8%. Dari hasil perhitungan daya sebelum perbaikan jalan, didapatkan total daya sebesar 1.604,06 kW dalam satu ritase. Lalu dari hasil perhitungan daya setelah perbaikan jalan, didapatkan total daya sebesar 1.563,52 kW dalam satu ritase. Dapat dilihat perbandingan perhitungan daya sebelum dan sesudah perbaikan, bahwa penggunaan daya yang di pergunakan setelah perbaikan lebih kecil dapat dilihat terdapat selisih 62,85 kW, maka dari hasil daya yang berkurang dapat mempengaruhi penggunaan bahan bakar semakin kecil.

Perhitungan konsumsi bahan bakar terhadap jalan angkut secara aktual di setiap segmen jalan angkut didapatkan dari persentase daya setiap segmen jalan angkut dikalikan dengan konsumsi bahan bakar liter per ritase. Penggunaan bahan bakar secara aktual didapatkan sebesar 28,19 liter/jam. Untuk menghitung kebutuhan bahan bakar di setiap segmen jalan angkut dapat dilihat dari perhitungan sebelumnya. Perhitungan konsumsi bahan bakar setiap ritase dengan total 0,742 liter/rit konsumsi bahan bakar tertinggi terdapat pada segmen C - D. Perbaikan jalan yang dilakukan mempengaruhi konsumsi bahan bakar, Perhitungan konsumsi bahan bakar setiap ritase setelah perbaikan jalan sebesar 0,705 liter, dari hasil perhitungan penggunaan bahan bakar pada jalan angkut mengalami pengurangan bahan bakar sebesar 0,037 liter per ritase.



Gambar 2. Pengaruh Waktu Tempuh Terhadap Penggunaan bahan Bakar (Menanjak)

Tabel 3. Kriteria Koefisien Korelasi

Koefisien Korelasi	Kriteria Hubungan
0,00-0,20	Tidak ada korelasi
0,21-0,40	Rendah atau kurang
0,41-0,70	Cukup
0,71-0,90	Tinggi
0,91-1,00	Sangat tinggi (sempurna)

Faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar terdiri dari pengaruh jarak angkut terhadap konsumsi bahan bakar pada kondisi menaik dengan nilai $R^2 = 0,587$ dan kondisi menurun $R^2 = 0,586$. Pengaruh waktu tempuh alat angkut terhadap konsumsi bahan bakar pada kondisi menaik dengan nilai $R^2 = 0,814$ dan kondisi menurun $R^2 = 0,586$. Pengaruh kemiringan jalan terhadap konsumsi bahan bakar pada kondisi menaik dengan nilai $R^2 = 0,795$ dan kondisi menurun $R^2 = 0,795$. Faktor yang paling mempengaruhi penggunaan bahan bakar adalah penggunaan bahan bakar pada kondisi menaik dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,814$. Nilai ini memperlihatkan adanya hubungan pengaruh yang tinggi antara waktu tempuh pada kondisi menaik terhadap konsumsi bahan bakar.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Hasil pengamatan di lapangan panjang segmen jalan berkisar antara 42 m – 62 m dengan panjang lintasan 241 m. Lebar jalan baik kondisi jalan lurus maupun tikungan berkisar antara 4,21 m – 14,29 m dan persen kemiringan jalan angkut berkisar antara 2,88% - 10,55%.
2. Nilai total waktu tempuh pada kondisi isi jalan angkut sebelum perbaikan 93,56 detik dan setelah perbaikan 92,94 detik.
3. Kebutuhan daya sebelum perbaikan jalan didapatkan total sebesar 1.604,059 kW dan setelah perbaikan jalan sebesar 1.563,519 kW.
4. Penggunaan bahan bakar secara aktual didapatkan sebesar 28,19 liter/jam. Konsumsi bahan bakar setiap ritase sebelum perbaikan jalan sebesar 0,742 liter/rit. Perhitungan konsumsi bahan bakar setiap ritase setelah perbaikan jalan sebesar 0,705 liter/ritase. Jadi penggunaan bahan bakar pada jalan angkut mengalami pengurangan bahan bakar sebesar 0,037 liter/ritase.
5. Faktor yang paling mempengaruhi penggunaan bahan bakar adalah waktu tempuh alat angkut pada kondisi jalan menaik dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,8136$. Nilai ini memperlihatkan adanya hubungan pengaruh yang tinggi antara waktu tempuh alat angkut pada kondisi jalan menaik terhadap konsumsi bahan bakar.

5. Saran

Saran Teoritis

1. Disarankan jalan dibuat dibuat 2 jalur, agar tidak ada waktu menunggu antar alat angkut .
2. Perlu diberikan pemahaman terhadap seluruh karyawan, terutama kepada operator dump truck, agar mengemudikan alat angkut dengan kecepatan yang sesuai dengan standar operasional prosedur yang ditetapkan.

Saran Praktis

1. Untuk mengurangi penggunaan bahan bakar yang berlebih, perawatan jalan tambang harus dilakukan secara berkala, perawatan ini dapat berupa pemadatan jalan, penambahan lapisan permukaan jalan, pembersihan runtuhan lereng serta penyiraman pada saat jalan kering dan berdebu, sehingga daya yang dikeluarkan alat angkut menjadi kecil dan membuat konsumsi bahan bakar menjadi berkurang dari sebelumnya.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. 1973. *The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual Rural High Way Design*.

- [2] Anonim. 1990. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Direktorat Jendral Bina Marga..
- [3] Badan Pusat Statistik Kabupaten Purwakarta. *Kabupaten Purwakarta Dalam Angka*. Purwakarta 2019.
- [4] Banerjee. 2010. *Energy Performance of Dump Truck in Openchas Mine*. Lausanne: Switzerland.
- [5] Ivarsson. Maria. 2000. *Fuel Optimal Powertrain Control for Heavy Trucks Utilizing Look Ahead*. Department of Electrical Engineering. Sweden.
- [6] Komatsu. 2013. *Specifications & Application Handbook 31th Edition*. Japan: Komatsu Ltd. Komatsu Ltd.
- [7] Prodjosumarto. Partanto. 1996. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [8] Rochmanhadi. 1985. *Alat Berat & Penggunaannya*. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Jakarta.
- [9] Sudjana. 2000. *Metode Statistika*. Edisi ke-6. Penerbit Tarsito. Bandung.
- [10] Suwandi. Ir. Awang. 2004. *Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*. Unisba, Bandung.
- [11] Wong. J.Y. 2000 . *Theory Of Ground Vehicles Third Edition*. Journal of applied Minning Willey-IEEE, 2001