

Evaluasi Geometri Jalan Angkut Serta Pengaruhnya terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Penambangan Batu Gamping Gunung Guha di PT. Siam Cement Group (PT SCG, Kecamatan Nyalindung, Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat)

The Geometric Evaluation of Equipment Road and its Impact toward the Fuel Consumption on Guning Guha Limestone Mining Activity in PT. Siam Cement Group (PT SCG, Kecamatan Nyalindung, Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat)

¹Syamsuddin, ² Dono Guntoro, ³ Yuliadi

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: ¹syamnasution93@gmail.com, ²guntoro_mining@yahoo.com, ³yuliadi_ms@yahoo.com

Abstract. PT. SCG is a company has three core businesses, namely building materials SCG Cement, SCG Chemical, SCG Paper. PT. SCG has been operating in Indonesia. In managing the land and mining operations, PT. SCG in cooperation with PT. TSS Brazilians is a company engaged in mining of limestone and clay. Under the conditions in site, geometry existing haul road is not fully qualified minimum width of two lanes, especially in the second segment almost all the stations have a width of less than 18m, then haul road two lanes wide on a turn still many who do not meet standard of 21.5 m, for superelevation at every turn by equals already meet the standards, then the slope of road transport are still many who do not meet the standard that is equal to 8% Used fuel in actual to 28.21 liters/hour on site A and 28.73 liters/ hour on site B. Consumption of fuel before evaluating geometry of road transport on sie A of 1.41 liters/ritase on site B of 0.71 liter/ritase, while fuel consumption on a track that has been in the evaluation is 1.2601 liters/ritase and 0.698 liters/ritase. Factors that most affect fuel is distance, seen from the calculation results using linear regression that generates a value of $R^2 = 0.8755 = 87\%$, the R value is the largest R value compared with the factors that affect consumption of other fuels.

Keywords: Haul Equipment, Geometry Way, Fuel

Abstrak. PT. SCG adalah sebuah perusahaan yang memiliki 3 bisnis inti yaitu SCG Cement bahan bangunan, SCG Chemical, SCG Paper. PT. SCG telah beroperasi di Indonesia. Dalam mengelola lahan dan kegiatan penambangan, PT. SCG bekerja sama dengan PT. TSS yang meupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan batu gamping dan lempung. Berdasarkan kondisi dilapangan geometri jalan angkut yang ada sekarang belum sepenuhnya memenuhi syarat lebar minimum dua jalur, terutama pada segmen 2 hampir semua stasiunnya memiliki lebar kurang dari 18m, kemudian lebar jalan angkut dua jalur pada tikungan masih banyak juga yang belum memenuhi standar sebesar 21,5 m, untuk superelevasi pada setiap belokan sudah memenuhi standar berdasarkan perhitungan, kemudian kemiringan jalan angkut masih banyak yang tidak memenuhi standar yaitu sebesar 8%. Penggunaan bahan bakar secara aktual dilapangan sebesar 28,21 liter/jam pada jalur A dan 28,73 liter pada jalur B. Konsumsi solar sebelum evaluasi geometri jalan angkut pada jalur A sebesar 1,41 liter/ritase, dan pada jalur B sebesar 0,71 liter/ritase, sedangkan konsumsi bahan bakar pada jalur yang telah di evaluasi menjadi 1,2601 liter/ritase dan 0,698 liter/ritase. Faktor yang paling mempengaruhi bahan bakar adalah jarak angkut, terlihat dari hasil perhitungan menggunakan regresi linear yang menghasilkan nilai $R^2 = 0,8755 = 87\%$, nilai R tersebut merupakan nilai R terbesar dibandingkan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar lainnya.

Kata Kunci: Alat Angkut, Geometri Jalan, Bahan Bakar

A. Pendahuluan

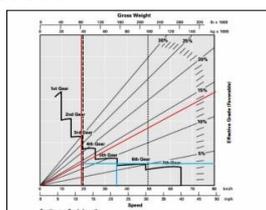
Kegiatan penambangan adalah serangkaian pekerjaan yang dilakukan untuk mengambil endapan bahan galian dari alam yang kemudian dipindahkan ke tempat penyimpanan atau ke tempat pengolahan (*crushing plant*), metode penambangan yang digunakan di PT SCG dilakukan dengan penambangan terbuka (*surface mining*). Salah satu kegiatan penambangan yang dapat mempengaruhi produksi adalah proses

pengangkutan, sebagai sarana dalam proses pengangkutan jalan tambang berfungsi sebagai penghubung lokasi satu ke lokasi lainnya. Jalan angkut merupakan salah satu hal penting yang harus diperhatikan karena jalan angkut berhubungan langsung dengan produktivitas alat, biaya produksi serta safety operator. Jalan angkut memiliki fungsi untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan, geometri jalan angkut merupakan unsur paling penting karena mempengaruhi berbagai faktor, seperti keamanan, produktivitas dan efisiensi. Geometri jalan angkut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar diantaranya, tahanan gulir yang dimiliki oleh jalan angkut, kemiringan jalan angkut serta jarak jalan angkut. Contohnya jalan angkut menuju tempat pengolahan dibuat terlalu menanjak, maka konsumsi bahan bakar yang dikeluarkan akan sangat berbeda dengan konsumsi bahan bakar pada kondisi jalan standar. Oleh karena itu dibutuhkan evaluasi geometri jalan angkut serta pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui geometri jalan angkut aktual di lapangan.
2. Mengetahui konsumsi solar secara aktual di lapangan.
3. Mendapatkan konsumsi solar berdasarkan besaran daya pada setiap segment jalan angkut.
4. Menganalisis faktor yang paling mempengaruhi konsumsi bahan bakar.
5. Mengevaluasi geometri jalan angkut.

B. Landasan Teori

Faktor yang mempengaruhi penggunaan bahan bakar dapat dibagi menjadi dua, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi, tipe dan ukuran mesin, daya keluaran, jenis transmisi, rasio gigi (axle ratio), konstruksi ban, berat kendaraan, dan bentuk aerodinamis kendaraan. Sedangkan faktor eksternal meliputi, pengguna (operator) yang mempengaruhi penggunaan bahan bakar yaitu pola mengemudi, panjang lintasan dan banyaknya waktu berhenti, teknik mengemudi (akselerasi, kecepatan, perlambatan, jumlah ganti gigi), perawatan mesin, penggunaan fitur aksesoris, muatan alat, kondisi jalan, faktor cuaca. Tujuan penggunaan alat, dan target unjuk kerja. 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, drawbar pull (rimpull), gaya-gaya penghambat eksternal, jarak angkut, dan kecepatan pengoperasian. Kecepatan kendaraan ideal saat bermuatan dan kosong yang melalui jalan menanjak dan turun dapat ditentukan dengan menggunakan grafik unjuk kerja (performance chart) yang diterbitkan oleh Caterpillar. Kecepatan rata-rata kendaraan dapat dihitung dengan membagi lintasan jalan angkut menjadi beberapa bagian berdasarkan tahanan gulir (rolling resistance). Lalu dengan menggunakan grafik unjuk kerja yang terdapat pada *Specification & Application handbook Caterpillar* seperti pada Gambar 1, dapat dihitung kecepatan rata-rata kendaraan tersebut.



Sumber: *Specification & Application handook Caterpillar*

Gambar 1. Performance Curve Off-highway Dump Truck Caterpillar 773E (Menanjak)

Kecepatan kendaraan yang bermuatan atau kosong melalui jalan menurun dapat pula ditentukan dengan menggunakan grafik unjuk kerja (performance chart) yang diterbitkan oleh Caterpillar, sama seperti kendaraan saat menanjak.

Kecepatan rata-rata kendaraan dapat ditentukan dengan membagi lintasan jalan angkut menjadi beberapa bagian berdasarkan tahanan gulir (rolling resistant). Penggunaan bahan bakar adalah kebutuhan dari setiap mesin pada suatu kendaraan. Setiap industri pertambangan yang berskala besar sering mengangkut material lepas dengan jarak yang sangat jauh setiap tahun, sehingga bahan bakar adalah faktor penting dalam memperhitungkan biaya untuk setiap alat angkut. Kebutuhan bahan bakar menjadi perhitungan penting dalam memperhitungkan keuntungan dalam bisnis pertambangan. Dalam menghitung kebutuhan setiap bahan bakar dapat ditentukan dengan persamaan (Benerje, 2010). Dengan memasukan parameter-parameter dari produsen kendaraan. Untuk menentukan besarnya konsumsi bahan bakar dalam (kg/jam), dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m = m_a + m_k \quad \dots (1)$$

Keterangan:

m : Masa pada konsumsi bahan bakar (kg/jam)

m_a : Masa pada konsumsi bahan bakar dari loading point ke dumping point (kg/jam)

m_k : Masa pada konsumsi bahan bakar dari dumping point ke loading point (kg/jam)

Dalam menghitung nilai m_a dan m_k dapat kita tentukan dari rumus sebagai berikut:

$$m_a + m_k = (P_a \times B_{Fa}) + (P_k \times B_{Fk}) \quad \dots (2)$$

$$P_a = V_a \times (a \times V_a^2) + (b \times W) \quad \dots (3)$$

$$P_b = V_a \times (a \times V_k^2) + (c \times W_e) \quad \dots (4)$$

Keterangan:

P_a : Tenaga yang dibutuhkan untuk mengangkut material dari loading point ke dumping point (kW)

P_k : Tenaga yang dibutuhkan untuk mengangkut material dari dumping point ke loading point (kW)

B_{Fa} : Brake Specific Fuel Consumption untuk loading point ke dumping point (gram/kW.jam)

B_{Fk} : Brake Specific Fuel Consumption untuk dumping point ke loading point (gram/kW.jam)

V_a : Kecepatan angkut rata-rata dari loading point ke dumping point (m/s)

V_k : Kecepatan angkut rata-rata dari dumping point ke loading point (m/s)

a, b, c : Konstanta

W_a : Berat kendaraan saat bermuatan material (kg)

W_k : Berat kendaraan kosong (kg)

Untuk mencari konstanta a, b, c dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$a = 0.5 \times C_d \times \rho \mu \times A F \quad \dots (5)$$

$$b = (g \times \cos \theta \times (f \times C_{rr})) + (g \times \sin \theta) \quad \dots (6)$$

$$c = (g \times \cos \theta \times (f \times Crr)) - (g \times \sin \theta) \quad \dots (7)$$

Keterangan:

- Cd : Koefisien hambatan aerodinamis
 ρ : Density udara, (Kg/m³)
 AF : Luas bagian depan kendaraan, (m²)
 g : Percepatan gravitasi, (m/s²)
 θ : Sudut kemiringan jalan, (°)
 f : Koefisien gesekan ban dengan jalan
 Crr : Koefisien tahanan gulir

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Lebar Jalan Lurus dan Tikungan

Penentuan lebar jalan angkut tambang didasarkan pada alat angkut yang memiliki dimensi paling besar yang beroperasi saat itu. Berdasarkan pengukuran, *dump truck* HD 773E dengan lebar 5,076 meter. Maka lebar jalan 18 meter. Berdasarkan perhitungan didapatkan lebar jalan angkut tambang pada PT. SCG dari *Front pit limit* menuju *hopper* pada sepanjang ruas jalan lebih dari 50% diantaranya masih belum memenuhi standar jalan angkut tambang. Kondisi ini akan berdampak buruk terhadap *safety* dan terjadinya antrian alat di lokasi jalan angkut, memperbesar waktu pengangkutan akibat sering terjadinya pengereman alat angkut yang berpapasan dengan alat pengangkutan akibat sering terjadinya pengereman alat angkut yang berpapasan dengan alat angkut lainnya pada ruas jalan yang sempit sehingga pengangkutan menjadi kurang efisien terutama saat hujan dan jalanan basah, serta apabila terjadi *human error* oleh operator alat angkut disaat berada pada ruas jalan yang sempit ini akan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja lebar jalan pada tikungan selalu dibuat lebih besar dari jalan lurus. Berdasarkan data hasil pengukuran di lapangan dan perhitungan di atas maka didapatkan hasil perhitungan teoritis sebesar 21,5 m maka, dapat dibandingkan lebar ruas jalan pada tikungan masing-masing ruas terdapat pada Tabel 2.

Tabel 1. Evaluasi Lebar Jalan Lurus

No.	Segmen	Jarak (m)	Lebar (m)	Keterangan	Lebar Min 18 (m)	Koreksi Lebar (m)
1	1	0 + 20	18,58	Dua Jalur	> L min	Sesuai
2		0 + 40	17,96	Dua Jalur	< L min	+0,04
3	2	0 + 60	15,54	Dua Jalur	< L min	+2,46
4		0 + 80	15,51	Dua Jalur	< L min	+2,49
5		0 + 100	13,6	Dua Jalur	< L min	+4,4
6		0 + 120	13,89	Dua Jalur	< L min	+4,11
7		0 + 140	15,813	Dua Jalur	< L min	+2,187
8		0 + 160	12,29	Dua Jalur	< L min	+5,71
9	3	0 + 180	11,58	Dua Jalur	< L min	+6,42
10		0 + 200	20,679	Dua Jalur	> L min	Sesuai
11		0 + 220	25,312	Dua Jalur	> L min	Sesuai
12		0 + 240	40,116	Dua Jalur	> L min	Sesuai
13	4	0 + 260	21,49	Dua Jalur	> L min	Sesuai
14		0 + 280	18,735	Dua Jalur	> L min	Sesuai
15		0 + 300	16,33	Dua Jalur	< L min	+1,67
16		0 + 320	16,252	Dua Jalur	< L min	+1,748
17		0 + 340	18,679	Dua Jalur	> L min	Sesuai

18		0 + 360	20,663	Dua Jalur	> L min	Sesuai
19		0 + 380	19,931	Dua Jalur	> L min	Sesuai

Tabel 2. Evaluasi Lebar Jalan pada Tikungan

Tikungan	Stasiun	Elevasi (mdpl)	Lebar (m)	Sudut Belokan(°)	Keterangan	Jari - jari Tikungan (m)	Koreksi Lebar 21,5
1	0 + 400	511,560	15,822	104	Dua Jalur	13	+5,678
	0 + 420	514,185	19		Dua Jalur		+2,5
	<i>hopper</i>	512,478	18,529		Dua Jalur		+2,971
2	<i>hopper</i>	512,478	18,529	97	Dua Jalur	10,9	+2,971
	0 + 420	514,185	19		Dua Jalur		+2,5
	0 + 460	507,785	15,1		Dua Jalur		+6,4
3	0 + 460	518,230	15,1	85	Dua Jalur	9	+6,4
	0 + 480	519,778	0,714		Dua Jalur		Sesuai
	0 + 500	522,677	22,33		Dua Jalur		Sesuai
4	0 + 620	534,143	14,07	115	Dua Jalur	13	+7,43
	0 + 640	535,159	22,62		Dua Jalur		Sesuai
	0 + 660	535,401	18,45		Dua Jalur		+3,05

Untuk tikungan pada 2 (dua) jalur menurut perhitungan teori diperoleh lebar minimum untuk jalan pada tikungan adalah sebesar 21,5 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.

Untuk tikungan pada 2 (dua) jalur menurut perhitungan teori diperoleh lebar minimum untuk jalan pada tikungan adalah sebesar 21,5 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 dari itu pada jalan tikungan yang masih kurang memenuhi standar lebar jalan pada tikungan minimum (W_{min}) perlu untuk diperlebar lagi sesuai dengan koreksi.

Jari-Jari Tikungan *Dump Truck*

Jari-jari tikungan yang dihasilkan dengan menghitung dimensi *dump truck* adalah sebesar 8,137 m. Maka lebar minimum yang dapat dilalui oleh alat adalah 8,137 m dengan demikian didapatkan nilai super elevasi minimum yang dapat dilalui oleh alat untuk menatasi gaya sentripugal yaitu sebesar 0,01 m per 1 m. Beda tinggi yang harus dibuat antara sisi dalam dan sisi luar tikungan pada lebar jalan tikungan sebesar 21,5 m adalah 2,15 m untuk jalan dua jalur pada tikungan. Hasil perbandingan super elevasi secara teoritis dan aktual pada lebar jalan aktual di lapangan tidak terdapat nilai super elevasi yang harus dikoreksi secara teoritis pada Table 3.

Tabel 3. Evaluasi Superelevasi

Tikungan	Stasiun	Elevasi (mdpl)	Lebar (m)	Sudut Belokan(°)	Keterangan	Jari - jari Tikungan (m)	Super Elevasi (m/m)
1	0 + 400	511,5604	15,822	104	Dua Jalur	13	0,05
	<i>hopper</i>	512,4785	18,529		Dua Jalur		
2	<i>hopper</i>	512,4785	18,529	97	Dua Jalur	10,9	0,06
	0 + 420	514,1856			Dua Jalur		

3	0 + 460	518,2301	15,1	85	Dua Jalur	9	0,025
	0 + 480	519,7787	30,714		Dua Jalur		
	0 + 500	522,6771	22,33		Dua Jalur		
4	0 + 620	534,1438	14,07	115	Dua Jalur	13	0,062
	0 + 640	535,1592	22,62		Dua Jalur		
	0 + 660	535,4012	18,45		Dua Jalur		

Perhitungan angka *superelevasi* dapat dilakukan dengan perhitungan menggunakan rumus, diketahui perhitungan *superelevasi* untuk tikungan adalah sebesar 0,01 m per 1 m dengan jari-jari 8,137 m.

Kemiringan Jalan Angkut Tambang

Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut berkisar antara 10% sampai 18% atau 6° sampai $8,5^{\circ}$, akan tetapi untuk jalan menanjak atau turun pada lereng bukit lebih aman bila kemiringan jalan kurang dari 8%. Adapun data kemiringan segmen jalan dan perbandingannya dengan kemiringan minimum jalan tambang terlihat seperti pada Tabel 4.

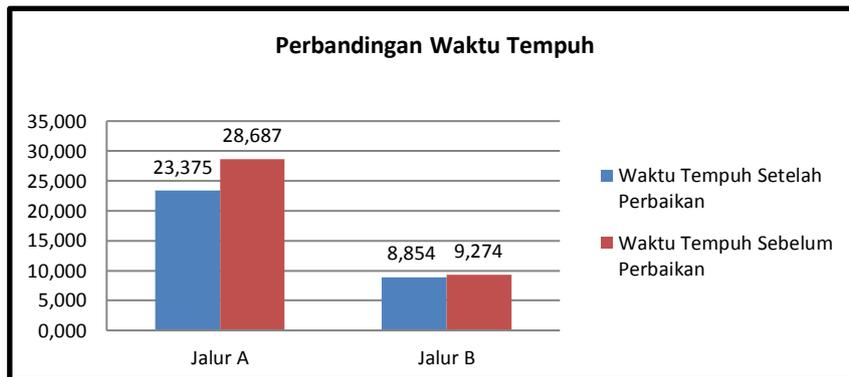
Tabel 4. Evaluasi Kemiringan Jalan (*Kemiringan*)

Segmen	Jarak (m)	Elevasi (mdpl)	Beda Tinggi	Kemiringan (%)	Sudut Kemiringan($^{\circ}$)	Koreksi Kemiringan (8%)
1	0 + 20	476,7524	2,3	11,7	6,67	-3,7
	0 + 40	478,5594	1,8	9,11	5,21	-1,11
	0 + 60	479,8934	1,3	6,7	3,83	Sesuai
	0 + 80	480,1594	0,3	1,33	0,76	Sesuai
	0 + 100	480,2134	0,1	0,27	0,15	Sesuai
	0 + 120	482,884	2,7	13,6	7,74	-5,6
	0 + 140	484,9185	2,0	10,28	5,87	-2,28
2	0 + 160	487,2211	2,3	11,67	6,66	-3,67
	0 + 180	488,4069	1,2	5,95	3,41	Sesuai
	0 + 200	489,0662	0,7	3,3	1,89	Sesuai
	0 + 220	489,8948	0,8	4,15	2,38	Sesuai
	0 + 240	491,8556	2,0	9,9	5,65	-1,9

Kecepatan Pengangkutan Ideal

Pada tabel penggunaan grafik *performance curve off highway* rimpull serta kecepatan dipengaruhi oleh tahanan kemiringan, berat muatan serta tahanan gulir, namun pada kondisi lapangan kecepatan yang dihasilkan dari kurva tersebut tidak dapat digunakan seluruhnya sebab terdapat batasan kecepatan yang telah ditentukan oleh perusahaan sebesar 25km/jam. Dengan demikian pengaruh evaluasi kemiringan jalan angkut akan mempengaruhi waktu tempuh dari alat angkut yang di hasilkan terlihat pada

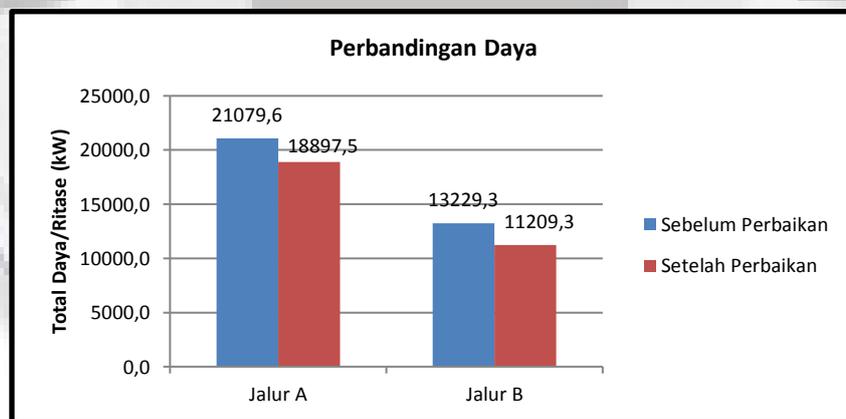
Gambar 2.

**Gambar 2.** Perbandingan Waktu Tempuh Sebelum dan Setelah Evaluasi

Terlihat pada grafik diatas perbandingan waktu tempuh yang lebih cepat pada kondisi setelah perbaikan ini disebabkan karena banyaknya perubahan kemiringan cukup besar yang dilakukan pada jalur A dengan kondisi alat angkut yang menanjak bermuatan, sedangkan pada kondisi B perubahan tidak terlalu besar dikarenakan kondisi kemiringan yang melebihi batas dilewati dengan keadaan kosong dengan demikian, waktu tempuh pada kondisi awal serta setelah dilakukan perbaikan pada kedua jalur terlihat cukup berbeda.

Perhitungan Daya

Daya yang dapat harus diatas alat angkut pada saat berjalan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, kecepatan, kemiringan jalan, jarak angkut, tahanan aerodinamis, tahanan gulir, dll.

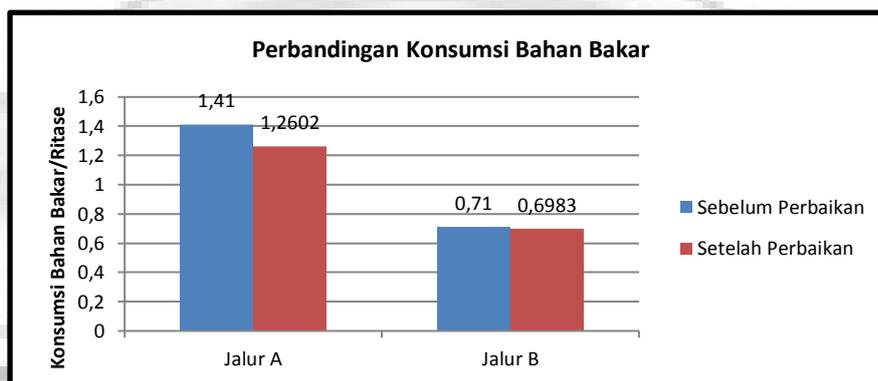
**Gambar 3.** Perbandingan Total Daya Sebelum dan Setelah Evaluasi

Total daya sebelum dilakukan evaluasi geometri jalan angkut adalah sebesar 21.079,58 kW pada jalur A dan pada jalur B sebesar 13.229,25 kW sedangkan total daya setelah jalan dievaluasi adalah sebesar 18.897,48 pada jalur A dan 11.209,29 pada jalur B. Terlihat perubahan daya yang harus diatasi oleh alat angkut berubah cukup besar pada jalur A ini disebabkan karena pada jalur A kendaraan dengan muatan menanjak menuju *hopper* sehingga pada saat kemiringan di turunkan maka daya yang dihasilkan akan jauh mengecil, sedangkan di jalur B perubahan daya tidak terlalu besar diakibatkan alat angkut dengan muatan melakukan perjalanan menuju *hopper* dengan cara menurun sehingga perubahan kemiringan hanya mempengaruhi daya kendaraan saat tidak

bermuatan saja.

Penggunaan Bahan Bakar

Untuk memperoleh nilai dari konsumsi bahan bakar maka harus diketahui besaran daya yang harus diketahui oleh jalan angkut, ini disebabkan konsumsi bahan bakar berhubungan langsung dengan besaran daya. Sehingga parameter yang mempengaruhi daya akan sama juga seperti para meter yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Dalam perhitungannya konsumsi bahan bakar dihitung secara manual dan kemudian dikalikan dengan persen dari daya di setiap segmennya sehingga didapatkan nilai dari konsumsi bahan bakar tersebut.



Gambar 4. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Sebelum dan Setelah Evaluasi

Perubahan evaluasi geometri jalan angkut tentunya akan merubah nilai dari konsumsi bahan bakar tersebut, dapat dilihat pada lampiran E bahwa total konsumsi bahan bakar total dalam satu ritase di jalur A adalah sebesar 1,41 dan jalur B sebesar 0,71 dengan kondisi jalan belum dievaluasi, sedangkan konsumsi bahan bakar setelah dilakukan evaluasi geometri jalan angkut adalah sebesar, 1,2602 untuk jalur A dan 0,698 pada jalur B.

Analisis Faktor Paling Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar

Regresi linier merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mendeterminasi hal yang paling berpengaruh dari faktor-faktor tersebut.

Analisis Faktor Paling Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar di Jalur A

Dari hasil perhitungan regresi linier faktor yang paling mempengaruhi konsumsi bahan bakar di jalur A dengan kondisi menanjak adalah pengaruh jarak angkut dengan nilai R^2 paling besar sebesar 0,9726 kemudian, pengaruh waktu tempuh 0,9219, pengaruh kemiringan 0,5373 serta yang terakhir pengaruh rimpul 0,4726 nilai R^2 tersebut juga dipengaruhi oleh kondisi lapangan dengan pembatasan kemiringan serta pembatasan kecepatan.

Pada jalur A menurun faktor yang paling mempengaruhi konsumsi bahan bakar adalah waktu tempuh dengan nilai R^2 paling besar sebesar 0,7075 kemudian, pengaruh jarak angkut 0,6874 serta yang terakhir pengaruh kemiringan 0,6838. Pada kondisi menurun ini pengaruh rimpul tidak dapat digunakan karena rimpull yang digunakan akan mencapai nilai maksimal. Nilai R^2 yang dihasilkan dipengaruhi oleh kondisi lapangan dengan pembatasan kemiringan serta pembatasan kecepatan.

Analisis Faktor Paling Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar di Jalur B

Dari hasil perhitungan regresi linier faktor faktor yang paling mempengaruhi

konsumsi bahan bakar di jalur B dengan kondisi menanjak adalah pengaruh kemiringan jalan angkut dengan nilai R^2 paling besar sebesar 0,9914 kemudian, pengaruh rimpul 0,7449, pengaruh waktu tempuh 0,4833 serta yang terakhir pengaruh jarak 0,44 nilai R^2 tersebut juga dipengaruhi oleh kondisi lapangan dengan pembatasan kemiringan serta pembatasan kecepatan. Pada jalur B menurun faktor yang paling mempengaruhi konsumsi bahan bakar adalah pengaruh kemiringan dengan nilai R^2 paling besar sebesar 0,9914 kemudian, pengaruh waktu tempuh 0,4833 dan yang terakhir pengaruh jarak angkut 0,3782. Pada kondisi menurun ini pengaruh rimpul tidak dapat digunakan karena rimpull yang digunakan akan mencapai nilai maksimal. Nilai R^2 yang dihasilkan dipengaruhi oleh kondisi lapangan dengan pembatasan kemiringan serta pembatasan kecepatan.

D. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pembahasan penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data geometri jalan angkut aktual di lapangan masih banyak jalan yang tidak memenuhi standar terutama lebar serta kemiringan jalan angkut yang terlalu banyak melewati batas standar keamanan.
2. Penggunaan bahan bakar secara aktual di lapangan sebesar 28,21 liter/jam pada jalur A dan 28,73 liter/jam pada jalur B.
3. Konsumsi solar sebelum evaluasi geometri jalan angkut pada jalur A sebesar 1,41 liter/rit, dan pada jalur B sebesar 0,71 liter/rit, sedangkan konsumsi bahan bakar pada jalur yang telah dievaluasi menjadi 1,2601 liter/ritase dan 0,698 liter/ritase.
4. Faktor yang paling mempengaruhi bahan bakar adalah jarak angkut, terlihat dari hasil perhitungan menggunakan regresi linear pada jalur A menanjak yaitu pengaruh jarak angkut dengan nilai R^2 sebesar 0,9726, pada jalur A kondisi menurun adalah waktu tempuh dengan nilai $R^2 = 0,7075$, pada jalur B menanjak yaitu pengaruh kemiringan angkut dengan nilai R^2 sebesar 0,9914, pada jalur B kondisi menurun juga sama yaitu pengaruh kemiringan dengan nilai $R^2 = 0,9914$, nilai R^2 tersebut merupakan nilai R^2 terbesar dibandingkan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar lainnya.
5. Jalan angkut yang ada sekarang belum sepenuhnya memenuhi syarat lebar minimum dua jalur, terutama pada segmen 2 hampir semua stasiunnya memiliki lebar kurang dari 18m, kemudian lebar jalan angkut dua jalur pada tikungan masih banyak juga yang belum memenuhi standar sebesar 21,5 m, untuk superelevasi pada setiap belokan sudah memenuhi standar berdasarkan perhitungan, kemudian kemiringan jalan angkut masih banyak yang tidak memenuhi standar yaitu sebesar 8%.

Daftar Pustaka

- Anonim, 1990, "Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota" Direktorat Jendral Bina Marga.
- ASSHTO, 2001, "A policy On Geometric Deisgn Of Highways And Streets" Washington, D.C.
- Badan Pusat Statistik Sukabumi., 2015, "Sosial dan Kependudukan", Sukabumi: Badan Pusat Statistik Sukabumi.
- Banerjee., 2010, "Energy Performance of Dump Truck in Openchase Mine" Lausane, Switzerland
- "Caterpillar Performance Handbook", Caterpillar Inc, Peoria, Illinois

- D Tannant, Dwayne, Regensburg, Bruce.,2010, “Energy Performance of Dump Trucks in Opencast Mine” Lausanne, Switzerland
- H.Suganda, 1971 “Diktat Mekanika Automobil”, Bagian Mesin Institut Teknologi Bandung
- Hays R. M., 1989, Truck, “Surface Mining 2nd Edition”, B.A.Kennedy (Ed), Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., Colorado.
- Ivarsson, Maria., 2000, “Fuel Optimal Powertrain Control for Heavy Trucks Utilizing Look Ahead”, Department of Electrical Engineering, Linköpings universitet, SE–581 83 Linköping, Sweden
- Peurifoy, Robert., 1985, “Construction Planning, Equipment, and Methods” Mc Graw Hill Education. North California
- Shirley L.H., 2000, “Perencanaan Teknik Jalan Raya (Penuntun Praktis)”, Politeknik Negeri Bandung-Jurusan Teknik Sipil, Bandung, 377 p.
- Sudjana, 2000., “Metode statistika Edisi ke-6”. Bandung : Penerbit Tarsito.
- Sukanto, Rab., 1975, “Peta Geologi Jampang dan Balekambang skala 1:100.000”, Bandung : Direktorat Geologi
- Sukirman, Silivia. 1999, “Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan”, Nova, Bandung.
- Sunggono, K.H., 1995, “Buku Teknik Sipil” ; Nova, Bandung, pp 363 – 386.
- Wong, J.Y.2001.”Theory of Ground Vehiches Thirs Edition”. Willey & Sons, Inc. Canada.