

Kajian Geometri Jalan terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Penambangan Batu Andesit di PT Gunung Kulalet, Blok Paniisan, Kelurahan Andir, Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Kajian Grade Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Pertambangan Batu Andesit Blok Gunung Kulalet Paniisan Desa Andir Kecamatan Baleendah Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat.

Firman Cahyadi, Zaenal, Noor Fauzi Isniarno.

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

firmancahyadi3393@gmail.com

Abstract. PT Gunung Kulalet is located in Baleendah District, Bandung Regency, West Java Province. With the type of rock commodity and the type of excavation material in the form of andesite. PT Gunung Kulalet operates in a mining license area numbered 545/01.IUP-OP. S/DSDAPE/2011 with a mining license area of 3.5 ha. Andesite stone mining conducted by PT Gunung Kulalet Paniisan block using surface mining method with quarry side hill type mining type. Mining is done using a combination of excavator tools, rock breaker and dump truck. The excavator used is Hitachi Zaxis 200, a dump truck used by Hino FF Super Ranger. The use of diesel as fuel has a considerable influence on mining operational costs. Some things that affect the fuel consumption of mechanical equipment, including the condition of road geometry and the condition of the tool. Therefore, a study of factors that can affect the consumption of diesel fuel, namely the slope of the road. The purpose of this research is to increase the productivity of dig-fit and transport equipment with more efficient fuel consumption. The actual state of the road is that there are several segments of the road that have a road slope more than the standard set (12%) according to AASHTO theory. This caused a rimpull that must be overcome by the tool getting bigger, so that the fuel consumption is greater. Actual production of loading equipment is 24.40 BCM/hour and carrying equipment is 24.32 BCM/hour, where each fuel consumption of loading equipment is 32.55 liters/hour and carrying equipment is 10.53 liters/hour. After the improvement on the slope of the road and the circulation time there was an increase in the production of transportation equipment by 1.57 BCM / hour, so that the production after the repair to 25.89 BCM / hour, and there was also a decrease in the use of fuel by 0.45 liters / hour, so that the use of fuel after repair to 10.08 liters / hour. Fuel needs in transportation with an average road slope of 15.83% with fuel consumption of 0.0146 liters / m / % , obtained a fuel ratio of 0.43 liters / BCM, and fuel cost of Rp.815,918.12 / shift. After the improvement on the slope of the road to 10.55%, fuel consumption to 0.0145 liters / m / % obtained fuel ratio of 0.38 liters / BCM and fuel cost of Rp 767,551.36 / shift.

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

Abstrak. PT Gunung Kulalet terletak di Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. PT Gunung Kulalet adalah perusahaan pertambangan batu andesit yang beroperasi di wilayah Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi nomor 545/01.IUP-OP.S/DSDAPE/2011 dengan luas 3,5 Ha. Penambangan batu andesit yang dilakukan PT Gunung Kulalet pada Blok Paniisan menggunakan Metoda Tambang Terbuka (Surface Mining) dengan Quarry Side Hill Type. Penambangan yang dilakukan menggunakan kombinasi alat excavator, rock breaker dan dump truck. Excavator yang digunakan yaitu Hitachi Zaxis 200, dump truck yang digunakan Hino FF Super Ranger. 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 angkut dan kondisi alat. Oleh karena itu dilakukan kajian terhadap faktor yang dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar solar, yaitu kemiringan jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan produktivitas alat muat dan angkut dengan konsumsi bahan bakar yang lebih efisien. Keadaan aktual terdapat beberapa segmen jalan yang memiliki kemiringan jalan lebih dari standar yang ditetapkan (12%) menurut teori AASHTO. Hal tersebut menyebabkan Rimpull yang harus diatasi oleh alat tersebut semakin besar, sehingga konsumsi bahan bakar lebih besar. Produksi aktual alat muat sebesar 24,40 BCM/jam dan alat angkut sebesar 24,32 BCM/jam, dimana masing-masing konsumsi bahan bakar alat muat sebesar 32,55 liter/jam dan alat angkut sebesar 10,53 liter/jam. Setelah dilakukan perbaikan pada kemiringan jalan dan waktu edar terdapat peningkatan produksi alat angkut sebesar 1,57 BCM/jam, sehingga produksi setelah perbaikan menjadi 25,89 BCM/jam, dan terdapat pula penurunan pada penggunaan bahan bakar sebesar 0,45 liter/jam, sehingga penggunaan bahan bakar setelah perbaikan menjadi 10,08 liter/jam. Kebutuhan bakar pada alat angkut dengan rata-rata kemiringan jalan 15,83% dengan konsumsi bahan bakar 0,0146 liter/m/%, didapatkan fuel ratio sebesar 0,43 liter/BCM, serta fuel cost sebesar Rp.815.918,12/shift. Setelah dilakukan perbaikan pada kemiringan jalan menjadi 10,55%, konsumsi bahan bakar menjadi 0,0145 liter/m/% didapatkan fuel ratio sebesar **0,38 liter/BCM serta fuel cost sebesar Rp 767.551,36/shift.**

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

1. Pendahuluan

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2019 pertumbuhan ekonomi Indonesia masih berada pada angka 5,05%. Hal ini menyebabkan Indonesia masih berada dalam kategori negara berkembang. Indonesia sebagai negara berkembang setiap saat terus melakukan pembangunan infrastruktur seperti pembangunan jalan tol, pembangunan kereta cepat, pelabuhan, bandara dan sebagainya. Fenomena tersebut mengakibatkan kebutuhan akan batu andesit terus meningkat, karena memanfaatkan agregat dari batu andesit sebagai bahan baku dalam pembuatan beton dan juga dapat memanfaatkan abu batu andesit sebagai bahan campuran dalam pembuatan keramik serta kebutuhan konstruksi lainnya.

PT Gunung Kulalet merupakan perusahaan yang bergerak dibidang usaha pertambangan batu andesit yang berlokasi di Kecamatan Andir, Kabupaten Bandung, Provinsi

Jawa Barat. Dalam suatu kegiatan pertambangan terdapat satu komponen penting, yaitu kebutuhan bahan bakar solar untuk alat mekanis. Penggunaan solar dalam jumlah besar dapat menaikkan biaya operasi penambangan. Terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar pada alat mekanis seperti kondisi geometri jalan dan kondisi alat.

Dalam pembuatan geometri jalan harus memperhatikan standar dan ketentuan-ketentuan yang ada, seperti pada standar AASHTO (American of State Highway and Transportation Officials) yang di dalamnya terdapat standar-standar berupa lebar jalan, kemiringan jalan dan daya dukung jalan untuk menahan beban yang diberikan oleh alat angkut yang melaluinya. Keadaan aktual di lapangan terdapat beberapa geometri jalan yang belum sesuai dengan standar yang ada, seperti kemiringan jalan yang terlalu curam, lebar jalan yang belum memenuhi standar yang ada, sehingga menyebabkan waktu edar alat semakin besar dan meningkatnya konsumsi bahan bakar.

Penggunaan bahan bakar yang belum efektif dan efisien akan sangat berpengaruh terhadap biaya operasional, maka dari itu pada penelitian ini dilakukan kajian pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar, sehingga dapat mengoptimalkan dan mengefisienkan penggunaan bahan bakar.

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

1. Mengetahui kondisi geometri jalan secara aktual.
2. Mengetahui konsumsi bahan bakar pada alat muat dan alat angkut.
3. Mengetahui rata-rata konsumsi bahan bakar setiap segmen jalan.
4. Mengetahui Fuel Ratio dan Fuel Cost secara aktual.
5. Mengetahui hubungan produksi dengan konsumsi bahan bakar.
- 6.

2. Landasan Teori

Pemindahan tanah mekanis merupakan segala macam pekerjaan yang berhubungan dengan kegiatan penggalian, pemuatan, pengangkutan, penimbunan, perataan dan pemadatan tanah atau batuan dengan menggunakan alat-alat mekanis. Dalam kegiatan pemindahan tanah mekanis salah satu faktor yang dapat berpengaruh dalam kegiatannya adalah jalan tambang.

Fungsi utama jalan angkut secara umum adalah untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan, Medan berat yang mungkin terdapat di sepanjang rute jalan tambang harus diatasi dengan mengubah rancangan jalan untuk meningkatkan aspek manfaat dan keselamatan kerja. Dalam penentuan geometri jalan tambang terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan, diantaranya :

1. Lebar Jalan Kondisi Lurus dan Kondisi Tikungan
2. Lebar jalan angkut pada umumnya dibuat dua jalur dengan kondisi dua arah, sehingga alat mekanis dapat bergerak secara normal.
3. Jari-Jari Tikungan
4. Penentuan jari-jari tikungan menyesuaikan dengan *truck* atau alat yang digunakan, dan jari-jari tikungan merupakan perbandingan antara besar gaya gesek melintang dengan gaya normal.
5. Nilai Superelevasi
6. Ketika kendaraan melalui tikungan atau belokan dengan kecepatan tertentu akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil, untuk mengimbangi gaya sentrifugal.
7. Kemiringan Jalan (*Grade*)
8. Kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam mengatasi tanjakan atau mengatasi turunan dengan standar *AASHTO* pada kemiringan jalan maksimal yaitu 12 %.

9. Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)
10. Kemiringan melintang merupakan sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal.

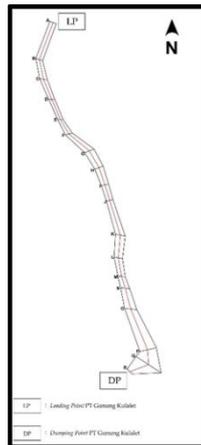
Dalam industri pertambangan mengangkut suatu material dengan jarak tertentu dipastikan memakan biaya pada sektor bahan bakar Kebutuhan bahan bakar menjadi perhitungan penting dalam memperhitungkan keuntungan dalam bisnis pertambangan. Dalam buku *Specification & Application Handbook KOBELCO* edisi 27, 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 nilai rasio perbandingan antara penggunaan bahan bakar (liter/jam) dengan produksi material yang dihasilkan (BCM/jam). Sedangkan fuel cost merupakan biaya bahan bakar yang keluar untuk mendapatkan satu BCM material yang diangkut.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Geometri Jalan

Kegiatan pengamatan dilakukan untuk mengetahui keadaan geometri jalan yang sebenarnya, oleh karena itu pengukuran geometri dibagi menjadi beberapa bagian. Pengukuran dilakukan dari titik *Loading Point* ke titik *Hopper* bertujuan untuk memahami geometri jalan secara lebih detail. Berikut merupakan sketsa pembagian segmen jalan yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sketsa Pembagian Segmen Jalan

Pembagian segmen jalan tersebut dilakukan untuk memperhitungkan geometri jalan, sehingga dapat diketahui nilai lebar jalan angkut secara aktual dan teoritis, penentuan lebar jalan dibagi menjadi 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	8,715	5,20	3,52
B		5,30	3,42
C		6,10	2,62
D		4,90	3,82

Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
E		4,20	4,52
F		5,60	1,92
H		6,80	2,92
J		5,80	3,52
K		5,20	1,02
L		7,70	2,22
M		6,50	3,12
N		5,60	1,62
O		7,10	1,92
P		9,70	2,92
Q		13,20	3,52
R		5,20	1,20

Tabel 2. Lebar Jalan Angkut Kondisi Tikungan

Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
G	28,73	7,80	17,19
Q		23,30	1,69

3.2 Kemiringan Jalan

Kondisi aktual di lapangan terdapat perbedaan kemiringan jalan yang dilalui dengan peralatan mekanis adalah 1%-20%. Menurut standar, kemiringan jalan maksimum telah ditetapkan sebesar 12%, oleh karena itu kemiringan jalan sebenarnya telah melewati batas maksimum yang telah ditentukan.

3.3 Jari-Jari Tikungan dan Superelevasi

Hasil pengukuran jari-jari tikungan adalah 8,08 meter dan dihitung jari-jari sesuai standar teori AASHTO maka jari-jari pada tikungan belum memenuhi syarat yang telah ditentukan, maka jari-jari minimum yang dapat digunakan adalah 11,65 meter. Sedangkan nilai superelevasi yang dapat digunakan adalah 0,32.

3.4 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.

3.5 Perhitungan produksi Alat Muat dan Angkut

Alat muat yang digunakan yaitu Hitachi Zaxis 200 dengan produksi batu andesit 24,40 BCM/jam. Sedangkan alat angkut yang digunakan yaitu *Dumptruck* Hino FF *Super Ranger* dengan produksi 24,32 BCM/jam.

a. Perhitungan produktivitas alat muat :

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

$$P_{im} = \frac{0,6560 \times 60 \times 0,80 \times 0,5546 \times 0,58}{0,42}$$

$$P_{im} = 24,40 \text{ BCM/jam/alat}$$

b. Perhitungan produktivitas alat angkut :

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

$$P_{ia} = \frac{0,5480 \times 60 \times (2,28 \times 7 \times 0,5788) \times 0,58}{7,65}$$

$$P_{ia} = 8,11 \text{ BCM/jam/alat}$$

3.6 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Alat Muat dan Alat Angkut

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada alat muat sebesar 32,55 liter/jam. Sedangkan pada alat angkut 10,53 liter/jam.

a. Perhitungan konsumsi bahan bakar alat gali-muat :

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

$$FC_{Gm} = \frac{4.265 \text{ Liter/Bulan}}{186 \text{ Jam/Bulan}}$$

$$FC_{GM} = 32,55 \text{ Liter/jam}$$

b. Perhitungan konsumsi bahan bakar alat angkut :

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

$$FC_A = \frac{990 \text{ Liter/Bulan}}{93 \text{ Jam/Bulan}}$$

$$FC_A = 10,53 \text{ Liter/jam}$$

Berikut merupakan tabel rekapitulasi dari upaya perbaikan yang telah dilakukan pada geometri jalan yang mengakibatkan 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	Persentase Penurunan	Persentase Kenaikan
Lebar Jalan Kondisi Lurus (m)	8,715	6,59	2,125	-	24,38%
Lebar Jalan Kondisi Tikungan (m)	28,735	15,55	13,185	-	45,88%
Kemiringan Jalan (%)	12	19,44	10,55	45,73%	-
Waktu Edar (Menit)	-	7,51	7,19	4,26%	-
Match Factor	-	1,17	1,2	2,56%	-
Produktivitas Alat Angkut (BCM/jam)	-	24,32	25,89	-	6,46%

Keterangan	Teori	Aktual	Perbaikan	Persentase Penurunan	Persentase Kenaikan
Konsumsi Bahan Bakar (Liter/jam)	-	10,53	10,08	4,27%	-
Konsumsi Bahan Bakar (Liter/ritase)	-	1,31	1,26	3,82%	-
Fuel Ratio (Liter/BCM)	-	0,43	0,38	11,63%	-
Fuel Cost (Rp/Bulan)	-	17.134.280,5 2	16.118.578,5 6	5,93%	-

4 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. Geometri jalan aktual memiliki jarak 283,5 m dengan lebar jalan pada kondisi lurus sebesar 4,20 m-13,20 m dan lebar jalan pada kondisi tikungan ke-1 sebesar 7,80 m dan tikungan ke-2 sebesar 23,30 m dengan kondisi kemiringan jalan yang sangat bervariasi mulai dari 1,75 % - 19,44 %.
2. Konsumsi bahan bakar pada alat muat sebesar 32,55 liter/jam sedangkan pada alat angkut sebesar 10,53 liter/jam.
3. Konsumsi bahan bakar dalam kondisi bermuatan pada kemiringan jalan 15,83 % sebesar 0,0146 liter/m/%, sedangkan pada kondisi tidak bermuatan konsumsi bahan bakar sebesar 0,0138 liter/m/%.
4. Nilai Fuel Ratio aktual 0,43 liter/BCM dan Fuel Cost aktual sebesar Rp 815.918,12/shift.
5. Hubungan antara produksi dengan konsumsi bahan bakar didapatkan sebesar 4,28 BCM/liter.

5 Saran

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

1. Dilakukannya perawatan dan kontrol jalan secara berkala terutama pada permukaan jalan yang masih kurang baik.
2. Dilakukan penambahan lebar jalan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan untuk 2 jalur kendaraan.
3. Mengoptimalkan kemiringan jalan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, yaitu maksimal 12% menurut standar AASHTO.
4. Diberikan pemahaman kepada operator alat angkut untuk menggunakan alat dengan kecepatan tertentu yang telah ditetapkan.

Daftar Pustaka

- Anonim, 1993, "AASHTO guide for Design of Pavement Structures", America, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Anonim, 2017, "Zaxis 200 Series Southeast Asia", Japan.
- Awang Suwandhi, 2004, "Perencanaan Jalan Tambang", Diklat perencanaan tambang terbuka, Universitas Islam Bandung.
- Dwayne D, Tannant & Bruce Regensburg, 2001, "Guidelines For Mine Haul Road Design", University of British Columbia.
- Herbert L, Nichols, 2005, "Moving The Earth", American.
- Mulya, 2019, "Kabupaten Bandung Dalam Angka", Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung.
- 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.
- Partanto, Prodjosumarto, 1993, "*Pemindahan Tanah Mekanis*", Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Partanto, Prodjosumarto, 1989, "*Tambang Terbuka (Surface Mining)*", Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- 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.
- 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.
- Sukirman, dkk., 1999, "*Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*", Nova, Bandung.
- Suwardo, Imam Haryanto, 2018, "*Perancangan Geometrik Jalan*", Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- SNI 7167, 2016, "*Pengaman Jalan Pertambangan*".
- 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.