

Kajian Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut pada Jalan Tambang Quarry Batu Andesit di PT Silva Andia Utama Desa Giri Asih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat

Taufiq Maulana Akbar*, Iswandaru, Noor Fauzi Isnarno

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

*taufiqmaulana97@gmail.com,
noor.fauzi.isnarno@gmail.com

iswandaru@unisba.ac.id,

Abstract. PT Silva Andia Utama has set a production target of 637.2 BCM/day or 95.18 BCM/hour. However, the production target was not achieved due to several factors, one of which is the road geometry factor in the field including road width, road slope, cross slope, superelevation, and bend radius. Therefore, it is necessary to study the geometry of the mining road so that production targets are achieved and maximize fuel use and minimize operational costs. This research was conducted by observing the hauling process from the loading point to the dumping point with a distance of 0.60 km and divided into 23 road segments. The actual data taken includes road width, road slope, cross slope, superelevation, corner radius, cycle time, productive time, fill factor, swell factor, and fuel consumption of mechanical devices. Then calculations for the production of loading and transportation equipment, fuel consumption, fuel ratio, and fuel costs Based on the calculations, the average production of the means of transportation is 86.76 BCM/hour with fuel consumption of 5.62 liters/hour for the means of transportation. The actual average fuel ratio of the means of transportation of 0.26 liters/BCM. For the production of transportation equipment after the repair of 108.54 BCM/hour, there was an increase of 26.25%, the fuel consumption of the transportation equipment after the repair was 4.45 liters/hour there was a decrease of 20.82%, and the fuel consumption per iteration after the repair was 0.66 liter/rite decreased 37.73%. The fuel ratio after repairs for transportation equipment is 0.16 liters/BCM and for transportation equipment fuel costs after repairs are Rp. 10,136,622 decreased by 37.09%.

Keywords: *Road Geometry, Production, Fuel Ratio.*

Abstrak. PT Silva Andia Utama menetapkan target produksi sebesar 637,2 BCM/hari atau 95,18 BCM/jam. Akan tetapi, target produksi tersebut tidak tercapai dikarenakan beberapa faktor salah satunya yaitu faktor geometri jalan yang ada di lapangan meliputi lebar jalan, kemiringan jalan, cross slope, super elevasi dan jari-jari tikungan. Oleh karena itu, diperlukan kajian mengenai geometri jalan tambang agar target produksi tercapai dan memaksimalkan penggunaan bahan bakar serta dapat meminimalisir pengeluaran biaya operasional. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati proses hauling dari loading point menuju dumping point dengan jarak 0,60 km dan terbagi menjadi 23 segmen jalan. Data yang diambil secara aktual meliputi lebar jalan, kemiringan jalan, cross slope, superelevasi, jari-jari tikungan, cycle time, waktu produktif, fill factor, swell factor, dan konsumsi bahan bakar alat mekanis. Kemudian dilakukan perhitungan produksi alat muat dan alat angkut, konsumsi bahan bakar, fuel ratio dan fuel cost. Berdasarkan perhitungan, diperoleh rata-rata produksi alat angkut sebesar 86,76 BCM/jam dengan konsumsi bahan bakar untuk alat angkut sebesar 5,62 liter/jam. Untuk rata-rata fuel ratio aktual alat angkut sebesar 0,26 liter/BCM dan konsumsi bahan bakar per ritase aktual alat angkut 1,06 liter/ritase. Untuk produksi alat angkut setelah perbaikan sebesar 108,54 BCM/jam terjadi kenaikan 26,25%, konsumsi bahan bakar alat angkut setelah perbaikan adalah 4,45 liter/jam terjadi penurunan 20,82% dan konsumsi bahan bakar per ritase setelah perbaikan 0,66 liter/ritase terjadi penurunan 37,73%. Fuel ratio setelah perbaikan untuk alat angkut sebesar 0,16 liter/BCM dan untuk fuel cost alat angkut setelah perbaikan sebesar Rp. 10.136.622 terjadi penurunan 37,09%.

Kata Kunci: *Geometri Jalan, Produksi, Fuel Ratio.*

A. Pendahuluan

Kegiatan penambangan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan bahan galian yang ada pada suatu daerah melalui beberapa tahapan kegiatan. Salah satu tahapan kegiatan penambangan yang dapat mempengaruhi produksi adalah proses pemuatan dan pengangkutan sebagai sarana penghubung lokasi ke lokasi lainnya. 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 (Syamsuddin et al., 2017).

Kegiatan penelitian dilakukan di PT Silva Andia Utama yang berlokasi di Desa Giri asih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. PT Silva Andia Utama merupakan salah satu perusahaan tambang yang bergerak pada bidang penambangan bahan galian batu andesit. Perusahaan ini menggunakan metode penambangan Quarry, dan memanfaatkan beberapa jenis alat gali, muat dan angkut untuk mendukung kegiatan produksi.

PT Silva Andia Utama menetapkan target produksi sebesar 637,2 BCM/hari. Akan tetapi, target produksi tersebut tidak tercapai dikarenakan beberapa faktor salah satunya yaitu faktor geometri jalan yang ada di lapangan. Jika mengacu pada ketentuan jalan pertambangan yang ada dalam Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 dan American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), terdapat kondisi geometri jalan yang tidak memenuhi standar, seperti lebar jalan angkut yang sempit sehingga alat angkut tidak Bisa berpapasan dan kemiringan jalan yang curam. Disamping itu, hal ini juga mempengaruhi penggunaan bahan bakar dumptruck sehingga sangat mungkin memiliki potensi terjadi pembengkakan pada biaya operasional khususnya bagian biaya bahan bakar.

Berdasarkan hal tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengkaji permasalahan yang ada di lapangan sehingga dapat diketahui bagaimana solusi yang bisa diambil terutama pada geometri jalan tambang agar target produksi tercapai dan memaksimalkan penggunaan bahan bakar serta dapat meminimalisir pengeluaran biaya oprasional khususnya pada biaya bahan bakar. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui kondisi geometri jalan angkut secara aktual.
2. Mengetahui produktivitas alat angkut secara aktual dan setelah perbaikan.
3. Mengetahui konsumsi bahan bakar alat angkut (liter/jam) secara aktual dan setelah perbaikan.
4. Mengetahui rata-rata konsumsi bahan bakar setiap segmen jalan.
5. Mengetahui fuel cost dan fuel ratio alat angkut secara aktual dan setelah perbaikan.

B. Metodologi Penelitian

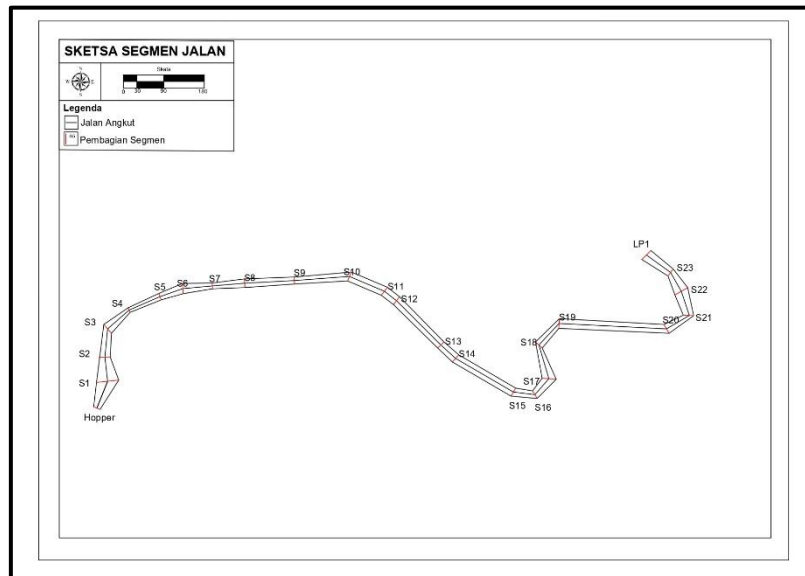
Teknik pengambilan data yang digunakan terdiri dari dua metode yaitu pengambilan data primer dan data sekunder. Metode pengambilan data primer dilakukan secara langsung di lokasi penelitian dimana sebelumnya telah dilakukan observasi untuk menentukan dan mencari data-data yang dibutuhkan agar memudahkan proses pengolahan data. Pengambilan data primer meliputi waktu kerja, waktu hambatan, cycle time, fill factor, swell factor, geometri jalan, dan konsumsi bahan bakar. Metode pengambilan data sekunder merupakan pengambilan data yang dilakukan secara tidak langsung di lokasi penelitian. Data tersebut merupakan suatu data yang dapat menunjang kegiatan pengolahan data berdasarkan studi literatur dari hasil pengamatan terdahulu dan telah di publikasikan. Data sekunder yang diambil meliputi spesifikasi alat mekanis, data curah hujan, data administrasi daerah, data geologi, data topografi, Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018, dan teori AASHTO.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan Geometri Jalan

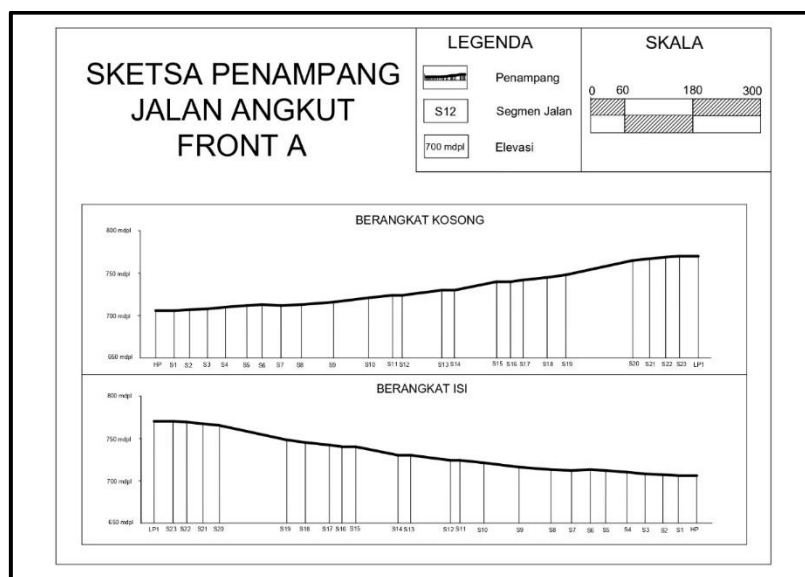
Geometri jalan di lokasi penelitian meliputi lebar jalan, kemiringan jalan, kemiringan melintang, jari-jari tikungan, dan superelevasi.

Jalan angkut di lokasi penelitian dari loading point menuju dumping point berjarak 637,09 m yang dibagi menjadi 23 segmen. Berdasarkan data geometri jalan yang didapatkan, dibuat sketsa jalan angkut dan penampang yang dapat mempresentasikan keadaan di lokasi

penelitian, dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Sketsa Jalan Angkut



Gambar 2. Penampang Jalan Angkut

Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan di lokasi penelitian dibagi menjadi lebar jalan lurus dan lebar jalan tikungan. Berdasarkan spesifikasi alat angkut Mitsubishi fuso FN 527 ML didapatkan rekomendasi lebar jalan lurus satu jalur sebesar 4,92 m, dan lebar jalan lurus dua jalur sebesar 8,61 m. Pada jalan tikungan didapatkan rekomendasi jalan tikungan satu jalur sebesar 5,51 m, dan lebar jalan tikungan dua jalur sebesar 12,85 m. Perhitungan lebar jalan angkut dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

Lebar jalan lurus

$$L_{\min} = (n \times Wt) + [(n+1)(0,5 \times Wt)]$$

Lebar jalan tikungan

$$W_{\min} = n(U + Fa + Fb + Z) + C$$

$$C = Z = \frac{U + Fa + Fb}{2}$$

Tabel 1. Lebar Jalan Menuju *Loading Point*

Segmen			Rencana Berdasarkan Perhitungan Teoritis (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Lebar Jalan Belokan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan Teoritis (m)	Lebar Jalan Rekomendasi (m)
HP	-	S1	8.61	17.10	-	0.00	8.61
S1	-	S2	8.61	16.63	-	0.00	8.61
S2	-	S3	12.85	-	9.06	3.79	12.85
S3	-	S4	5.51	-	5.83	0.00	5.83
S4	-	S5	4.92	3.66	-	1.26	4.92
S5	-	S6	4.92	4.95	-	0.00	4.92
S6	-	S7	4.92	7.40	-	0.00	4.92
S7	-	S8	4.92	4.06	-	0.86	4.92
S8	-	S9	4.92	6.43	-	0.00	4.92
S9	-	S10	5.51	-	5.13	0.38	5.51
S10	-	S11	5.51	-	7.10	0.00	7.10
S11	-	S12	4.92	7.36	-	0.00	4.92
S12	-	S13	4.92	6.86	-	0.00	4.92
S13	-	S14	4.92	6.53	-	0.00	4.92
S14	-	S15	4.92	7.10	-	0.00	4.92
S15	-	S16	5.51	-	6.65	0.00	6.65
S16		S17	5.51	-	6.45	0.00	6.45
S17		S18	12.85	-	10.20	2.65	12.85
S18		S19	5.51	-	6.45	0.00	6.45
S19		S20	8.61	7.10	-	1.51	8.61
S20		S21	5.51	-	7.45	0.00	7.45
S21		S22	5.51	-	8.35	0.00	8.35
S22		S23	8.61	10.83	-	0.00	10.83
S23	-	LP1	8.61	9.50	-	0.00	9.50

Kemiringan (Grade) Jalan

Kemiringan jalan diukur dengan melakukan perbandingan antara beda tinggi dengan jarak datar pada setiap segmen jalan. Berdasarkan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 kemiringan maksimum adalah sebesar 12% Perhitungan kemiringan jalan dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Grade (\%)} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\%$$

Tabel 2. Grade Jalan Menuju *Loading Point*

Segmen			Panjang Jalan (m)	Elevasi (mdpl)	Beda Tinggi Topografi (m)	Grade Aktual
HP	-	S1	21.54	706	0.00	0%
S1	-	S2	18.11	706	1.00	6%
S2	-	S3	21.10	707	1.00	5%
S3	-	S4	21.26	708	2.00	9%
S4	-	S5	25.10	710	2.00	8%
S5	-	S6	18.00	712	1.00	6%

Segmen			Panjang Jalan (m)	Elevasi (mdpl)	Beda Tinggi Topografi (m)	Grade Aktual
S6	-	S7	22.10	713	-1.00	-5%
S7	-	S8	24.10	712	1.00	4%
S8	-	S9	37.10	713	3.00	8%
S9	-	S10	41.11	716	5.00	12%
S10	-	S11	28.23	721	3.00	11%
S11	-	S12	11.40	724	0.00	0%
S12	-	S13	46.67	724	6.00	13%
S13	-	S14	14.87	730	0.00	0%
S14	-	S15	49.74	730	10.00	20%
S15	-	S16	16.12	740	1.00	6%
S16		S17	15.82	741	1.00	6%
S17		S18	26.18	742	3.00	11%
S18		S19	21.93	745	3.00	14%
S19		S20	80.10	748	17.00	21%
S20		S21	19.15	765	2.00	10%
S21		S22	19.00	767	2.00	11%
S22		S23	16.12	769	1.00	6%
S23	-	LP1	22.24	770	0.00	0%
LP1			0.00	770		

Rimpull

Pada kondisi jalan yang ada di lokasi penelitian didapatkan nilai Coefficient of Traction untuk ban karet masuk kategori “wet, clay loam” dengan range 40-50%. Untuk nilai rolling resistance termasuk dalam kondisi “dirt road, average construction road, little maintained” yang menunjukkan bahwa kondisi jalan tidak terlalu bagus dan juga sedikit terawat dengan baik sehingga didapat nilai 100 lbs/ton. Sedangkan untuk nilai grade resistance didapat sebesar 20 lbs/ton/% dan untuk nilai acceleration didapat sebesar 20 lbs/ton. Daya mesin alat angkut (HP) sebesar 220 HP dengan efisiensi mesin sebesar 87%. Dari data tersebut dilakukan pengolahan rimpull untuk tiap gear dengan persamaan berikut.

$$RP_1 = \frac{HP \times 375 \times E_m}{V_{mi}}$$

Tabel 3. Rimpull Setiap Gear

Gear	Kecepatan (mph)	Kecepatan (km/jam)	Efisiensi mesin	HP	Rimpull (lb)
1	2.1993	3.5416	87%	220	32,635
2	3.1555	5.0813	87%	220	22,746
3	4.2442	6.8345	87%	220	16,911
4	5.8280	9.3849	87%	220	12,315
5	7.8309	12.6102	87%	220	9,166
6	11.2096	18.0508	87%	220	6,403
7	15.0269	24.1979	87%	220	4,776
8	20.7461	33.4075	87%	220	3,460
9	27.7997	44.7661	87%	220	2,582

Produktivitas dan Produksi

Produktivitas alat pada kegiatan penambangan diperoleh berdasarkan perhitungan dari masing-masing rangkaian kegiatan yang sudah ditetapkan. Data yang dibutuhkan untuk memperoleh nilai produktivitas alat muat dan alat angkut didapatkan berdasarkan pengamatan di lokasi penelitian seperti waktu edar, kapasitas bucket alat muat, faktor pengembanagan material, faktor pengisian dan juga efisiensi kerja alat yang digunakan. Produktivitas alat muat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$P_m = H_m \times \frac{60}{C_{tm}} \times E_m \times FF_m \times SF_m \times \rho_i$$

Sedangkan untuk produktivitas alat angkut dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$P_a = H_m \times \frac{60}{C_{ta}} \times n_p \times E_a \times FF_m \times SF_m \times \rho_i$$

Tabel 4. Perbandingan Produksi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Berangkat Kosong (menit)	3.53	2.74
Manuver Kosong (menit)	0.41	0.41
Muat (menit)	2.16	2.16
Berangkat Isi (menit)	4.46	2.90
Manuver Isi (menit)	0.39	0.39
Dumping (menit)	0.33	0.33
CT (menit)	11.27	8.93
Kapaitas <i>Bucket</i> (LCM)	2.00	2.00
Banyak Pemuatan	6.00	6.00
<i>Fill Factor</i> (%)	70%	0.70
<i>Swell Factor</i> (%)	57%	0.57
Efisiensi Kerja (%)	86%	0.86
Produktivitas BCM/jam/alat	21.69	27.38
Produksi (ton/jam)	231.66	292.38

Bahan Bakar per Ritase

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). Perhitungan bahan bakar per ritase dilakukan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Jumlah ritase dumptruck} = \frac{60}{\text{Ca (menit)}}$$

$$\text{Bahan bakar per ritase} = \frac{\text{FC (liter/jam)}}{\text{Jumlah ritase (rit/jam)}}$$

Tabel 5. Perbandingan BBM per ritase Sebelum dan Sesudah Perbaikan

	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
<i>Cycle Time</i> (menit)	11.27	8.93
Jumlah ritase per jam	5.33	6.72
Konsumsi Bahan Bakar (liter/jam)	5.62	4.45
Konsumsi Bahan Bakar (liter/ritase)	1.06	0.66

Fuel Ratio Aktual dan Perbaikan

Fuel ratio merupakan nilai perbandingan antara penggunaan bahan bakar (liter/jam) dengan

produksi material yang diangkut (BCM/jam). Data yang diperlukan untuk menghitung fuel ratio dari alat muat meliputi data konsumsi bahan bakar (liter/jam/shift) dan data produksi alat muat (BCM/jam). Fuel ratio dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$FR = \frac{FC}{P_a}$$

Tabel 6. Perbandingan *Fuel Ratio* Sebelum dan Sesudah Perbaikan

	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Produksi (BCM/jam)	21.69	27.38
Konsumsi Bahan Bakar (liter/jam)	5.62	4.45
<i>Fuel Ratio</i> (BCM/liter)	0.26	0.16

Fuel Cost Aktual dan Perbaikan

Fuel cost merupakan biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan bahan bakar saat alat angkut mengangkut material. Perhitungan fuel cost meliputi perhitungan data fuel ratio (liter/BCM), produksi alat (BCM/shift) dan harga solar pada waktu penelitian. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung biaya fuel cost.

$$F_{cost} = FC_{bb} \times H_{bb}$$

Tabel 7. Perbandingan *Fuel Cost* Sebelum dan Sesudah Perbaikan

	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
<i>Fuel Ratio</i> (BCM/liter/bulan)	6.23	3.91
Total Produksi (BCM/bulan)	3488.61	3488.61
<i>Fuel Cost</i> total	Rp 16,113,000.00	Rp 10,136,622

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jalan angkut di lokasi penelitian dari loading point menuju dumping point berjarak 637,09 m yang dibagi menjadi 23 segmen. Terdapat beberapa segmen jalan angkut yang kurang dari standar minimal menurut AASHTO seperti pada segmen S2-S3 yang memiliki lebar jalan aktual sebesar 9,06 m sedangkan lebar jalan rekomendasinya sebesar 12,85 m sehingga diperlukan penambahan lebar jalan sebesar 3,79 m. Untuk kemiringan jalan di lokasi penelitian masih memiliki kemiringan jalan yang melebihi standar yang sudah ditetapkan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018, yaitu 12% seperti pada segmen S12-S13 yang memiliki kemiringan jalan sebesar 13% sehingga perlu dilakukan perbaikan agar dapat meningkatkan produktivitas dan memaksimalkan konsumsi bahan bakar.
2. Produksi alat angkut aktual sebesar 86,76 BCM/jam dimana produksi aktual tersebut belum memenuhi target produksi yang telah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 95,18 BCM/jam. Setelah dilakukan perbaikan, didapatkan produksi alat angkut sebesar 109,54 BCM/jam sehingga target produksi tercapai.
3. Konsumsi bahan bakar aktual alat angkut rata-rata sebesar 5,62 liter/jam. Setelah dilakukan perbaikan geometri jalan, didapatkan konsumsi bahan bakar alat angkut sebesar 4,45 liter/jam terjadi penurunan 20,81%.
4. Konsumsi bahan bakar rata-rata persegmen 0,044 liter/segmen dalam kondisi bermuatan. Sedangkan pada kondisi tidak bermuatan memiliki rata-rata konsumsi bahan bakar 0,043 liter/segmen.
5. Fuel ratio alat angkut secara aktual adalah 0,26 liter/BCM dan untuk fuel ratio alat angkut setelah perbaikan adalah 0,17 liter/BCM sehingga terjadi penurunan 38,46%. Untuk fuel

cost alat angkut aktual sebesar Rp 16.113.000 dan fuel cost setelah perbaikan sebesar 10.136.622 terjadi penurunan sebesar 37,09%.

Acknowledge

Dengan selesainya laporan penelitian ini, penulis menyadari betul bahwa terdapat banyak pihak yang berjasa dibalik selesainya laporan penelitian ini. Tidak ada persembahan terbaik yang dapat penulis berikan selain rasa ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penulis. Secara khusus, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Iswandaru, S.T., M.T., dan Bapak Noor Fauzi Isniarno, S.Pd., S.Si., M.T. selaku pembimbing yang telah sabar, meluangkan waktu, membimbing dengan memberikan arahan dan ilmu pengetahuan kepada penulis sehingga laporan penelitian ini dapat tersusun dengan baik. Penulis ucapkan banyak terimakasih juga kepada orang tua yang telah memberikan do'a dan dukungan baik berupa materi maupun motivasi. Penulis ucapkan banyak terimakasih juga kepada PT Silva Andia Utama atas diberikannya kesempatan untuk melakukan kegiatan penelitian di sana. Dan yang terakhir, penulis ucapkan terimakasih kepada rekan-rekan tambang unisba 2017 dan rekan-rekan diluar tambang unisba yang selalu memberikan dukungan. Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh Karen itu, kritik dan saran yang membangun selalu diharapkan. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Daftar Pustaka

- [1] Aldiyanasyah, A. (2016). Analisis Geometri Jalan di Tambang Utara pada PT. Ifishdeco Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine*, 4(1).
- [2] Kepmen 1827 K/30/Mem/2018. "Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik". Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- [3] Kurniawan, A., Amin, M., Bochori, D., & Pertambangan, J. T. (2019). "Pengaruh Geometri Jalan Sebelum Dan Setelah Perbaikan Jalan Terhadap Produktivitas Dan Konsumsi Bahan Bakar Serta Rasio Bahan Bakar". *Jurnal Pertambangan*, 3(1), 26–35.
- [4] Lizasoain-Arteaga, E., Indacoechea-Vega, I., Alonso, B., & Castro-Fresno, D. (2020). "Influence of traffic delay produced during maintenance activities on the life cycle assessment of a road". *Journal of Cleaner Production*, 253.
- [5] Multriwahyuni, A., Gusman, M., & Anaperta, Y. M. (2018). Evaluasi Geometri Jalan Tambang Menggunakan Teori AASHTO Untuk Peningkatan Produktivitas Alat Angkut Dalam Proses Pengupasan Overburden Di PIT Timur PT. Artamulia Tatapratama Desa Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. *Bina Tambang*, 3(4), 1513–1522.
- [6] Pratama, dkk, 2019. "Kajian Efisiensi Bahan Bakar Hd465-605 pada Jalan Tambang Quarry D Batu Gamping di PT Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. Kecamatan Citeureup Kabupaten Bogor Jawa Barat", *Prosiding Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung*.
- [7] Projosumarto, P. (1993). "Pemindahan Tanah Mekanis". Institut Teknologi Bandung
- [8] Sevendra, D., Sumarya, S., & Anaperta, Y. M. (2018). Analisis Hubungan Total Resistance Dan Kecepatan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dumptruck Komatsu Hd785 Dan Caterpillar Hd777 Di Pt. Semen Padang. *Bina Tambang*, 3(1), 566–580.
- [9] Syamsuddin, S., Guntoro, D., & Yuliadi, Y. (2017). 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. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 0(0), 316–325.
- [10] Tannant, D. (2001). *Guidelines for Mine Haul Road Design*. Okanagan: University of

British Columbia.

- [11] Walter W, Kaufman and James, 1977, "Design of Surface Mine Haulage Road-Manual", United States Departement of The Interior, Berau of Mines.
- [12] Wicaksana, P. D. (2021). "Pengaruh perbaikan rolling resistance pada jalan angkut terhadap estimasi biaya produksi andesit dengan simulasi menggunakan aplikasi TALPAC 10.2 di PT. Lotus SG Lestari".