

Kajian Geometri Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Dump Truck Pada Penambangan Batu Andesit Di Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta

Gesang Winukir¹, Inmarlinianto¹, Eddy Winarno¹

¹ Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

* Corresponding author: gesangwinukir@gmail.com

Received: Jun 2, 2022; Accepted: Jun 20, 2022.

DOI: <https://doi.org/10.31764/jpl.v3i1.8954>

Abstrak. CV. Muncul Karya merupakan salah satu tambang quarry andesit yang terletak di Desa Sidomulyo, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Yogyakarta. Proses penambangannya dilakukan secara konvensional menggunakan alat muat *Backhoe* Komatsu PC-200 dan alat angkut truk jungkit Mitsubishi Fuso SHD dan Toyota Dyna 130 HT menuju *crusher* dengan jarak angkut 7,75 km. Tujuan penelitian ini adalah menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar dan mengetahui rasio bahan bakar pada alat angkut truk jungkit Mitsubishi Fuso SHD dan Toyota Dyna 130 HT. Ada beberapa hal yang berpengaruh terhadap peningkatan konsumsi bahan bakar yaitu beban kerja alat, kondisi geometri jalan angkut, amblasan jalan, dan jarak tempuh pengangkutan dari *front* penambangan menuju *crusher*. Berdasarkan pengamatan kondisi kerja aktual, terdapat kemiringan jalan angkut yang melebihi acuan perusahaan yaitu 8% dan kondisi jalan angkut yang masih memiliki amblasan lebih dari 5 cm. Konsumsi bahan bakar truk jungkit Mitsubishi Fuso SHD dan Toyota Dyna 130 HT berdasarkan perhitungan rimpull yaitu sebesar 4,92 liter/jam dan 5,56 liter/jam. Produksi teori berdasarkan pengamatan waktu edar sebesar 5,03 ton/jam dan 5,20 ton/jam. Setelah dilakukan perbaikan kemiringan jalan angkut yang disesuaikan dengan acuan perusahaan $\leq 8\%$ dan kondisi jalan angkut tidak memiliki amblasan roda lebih dari 5 cm pada permukaan jalan angkut. Konsumsi bahan bakar truk jungkit Mitsubishi Fuso SHD berdasarkan perhitungan rimpull menjadi sebesar 4,73 liter/jam dan produksi menjadi sebesar 5,26 ton/jam, sedangkan untuk konsumsi bahan bakar truk jungkit Toyota Dyna 130 HT berdasarkan perhitungan rimpull menjadi sebesar 5,43 liter/jam dan produksi menjadi sebesar 5,50 ton/jam, sehingga rasio bahan bakar menjadi 0,90 liter/ton untuk truk jungkit Mitsubishi Fuso SHD dan 0,98 liter/ton untuk truk jungkit Toyota Dyna 130 HT.

Kata Kunci: Rasio, Bahan bakar, jalan angkut, dump truck.

Abstract. CV. Muncul Karya is one of the andesite mines located in Sidomulyo Village, Pengasih District, Kulon Progo Regency, Yogyakarta Province. The mining process is carried out conventionally using the Komatsu PC-200 loading and unloading equipment and the Mitsubishi Fuso SHD and Toyota Dyna 130 HT dump truck to the Crusher with a hauling distance of 7,75 km. The purpose of this study was to determine the factors that affect fuel consumption and to know the fuel ratio in Mitsubishi Fuso SHD and Toyota Dyna 130 HT. There are several things that affect the increase in fuel consumption, namely the workload of the equipment, the condition of the haul road geometry, road subsidence, and the distance of transportation from the mining front to the Crusher. Based on observations of actual working conditions, there is a haul road slope that exceeds the company's reference, which is 8% and the haul road condition still has more than 5 cm subsidence. Fuel consumption of Mitsubishi Fuso SHD and Toyota Dyna 130 HT dump truck based fuel on rimpull calculations of 4,92 liters/hour and 5,56 liters/hour. The production of theory based on observations of the time of circulation of 5,03 tons/hour and 5,20 tons/hour. After repairing the slope of the transport road adjusted to the company's reference $\leq 8\%$ and the condition of the transport road does not have a wheel load of more than 5 cm on the surface of the transport road. Fuel consumption for Mitsubishi Fuso SHD dump truck based on rimpull calculations is 4,73 liters/hour and production is 5,26 tons/hour, while fuel consumption for Toyota Dyna 130 HT dump truck based on rimpull calculations is 5,43 liters/hour and production to 5,50 tons/hour, so the fuel ratio is 0,90 liters/ton for Mitsubishi Fuso SHD dump truck and 0,98 liters/ton for Toyota Dyna 130 HT dump truck.

Keywords: ratio, fuel, hauling road, dump truck

1. Pendahuluan

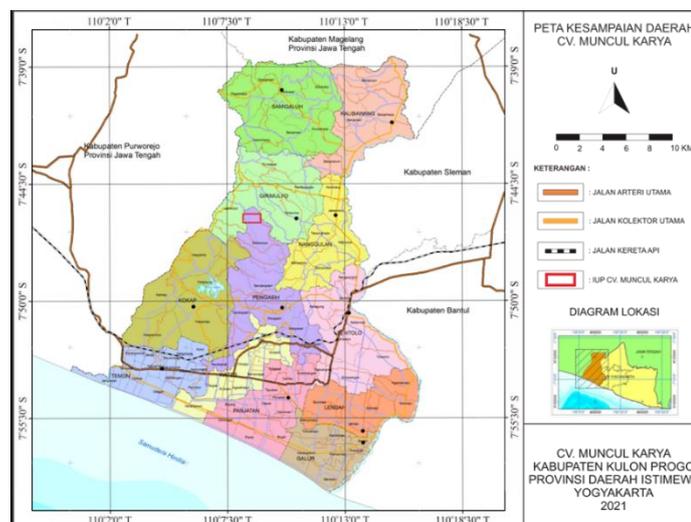
Perencanaan tambang merupakan tahapan penting dalam studi kelayakan dan rencana kegiatan penambangan mineral, batubara dan batuan (Bargawa, 2018). Kegiatan penambangan terdiri dari kegiatan pembongkaran, pemuatan, dan pengangkutan. Pengelolaan operasi tambang yang tepat diperlukan untuk meminimalkan dampak negatif dan meningkatkan hasil yang positif. Salah satu pengelolaan tambang yang perlu diperhatikan adalah pengelolaan alat mekanis (Adiansyah, 2018). Terkait dengan alat mekanis berupa alat angkut, pengelolaan jalan angkut juga harus diperhatikan karena akan berpengaruh pada tingkat produksi (Maharani & Sumarya, 2018; Nasrul & Ansory, 2019).

Penelitian difokuskan pada kajian teknis rasio bahan bakar truk jungkit Mitsubishi Fuso SHD dan Toyota Dyna 130 HT yang digunakan untuk mengevaluasi konsumsi bahan bakar dan meningkatkan produksi truk jungkit. Kemiringan jalan angkut juga dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar dan kinerja mesin alat angkut (Aldiyansyah, et al., 2016). Selain itu, kemiringan jalan juga berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut dalam pengereman dan melintasi tanjakan (Zara & Prabowo, 2020). Kemiringan jalan angkut yang melebihi batas perusahaan yaitu 8%, terdapat amblesan yang melebihi 5 cm dan lebar jalan angkut yang masih terlalu sempit di dalam IUP akan menyebabkan kurang optimalnya kinerja truk jungkit sehingga produksi akan menurun dan konsumsi bahan bakar truk jungkit akan lebih banyak. Kemiringan jalan pada jalur berbukit untuk jalan menanjak atau menurun seharusnya berkisar antara 8% atau $4,5^\circ$ (Partanto, 1996). Geometri dan kondisi jalan angkut sangat berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar (Fanani & Destinaba, 2019). Geometri dan kondisi jalan yang kurang baik di beberapa titik akan menyebabkan kurang optimalnya kinerja alat angkut sehingga produksi akan menurun dan konsumsi bahan bakar alat angkut akan lebih banyak. Dengan adanya kondisi jalan angkut yang seperti itu perlu dilakukan perhitungan dan evaluasi terhadap konsumsi bahan bakar alat angkut pada kondisi aktual, teori dan usulan setelah perbaikan geometri dan konstruksi jalan angkut.

Tujuan dari penelitian ini untuk memberikan pertimbangan terhadap penentuan kondisi jalan angkut tambang yang lebih baik dalam kegiatan pengangkutan batu andesit, sehingga produksi meningkat dan penggunaan bahan bakar truk jungkit akan lebih efisien.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari tanggal 4 Januari sampai dengan 12 Maret 2021 dan melalui beberapa tahapan yaitu pengamatan fakta perusahaan, identifikasi masalah, studi literatur, pengamatan dilapangan, pengambilan data berupa data primer dan sekunder, perumusan, pengolahan dan analisis data. Lokasi penelitian dilakukan di Desa Sidomulyo, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian
Fig 2. Research Map

Pada pengolahan data dibutuhkan rumus perhitungan untuk memperoleh hasil yang tepat. Berikut rumus perhitungan yang digunakan:

2.1 Geometri Jalan Angkut

Kegiatan penambangan sangat bergantung pada pembuatan sarana jalan angkutnya. Oleh sebab itu, untuk dapat menunjang kegiatan penambangan perlu diperhatikan geometri jalan angkutnya, diantaranya:

a. Lebar Jalan Angkut

Menurut standar AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) untuk perhitungan lebar jalan minimum pada jalan lurus dengan jalur ganda atau lebih harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan. Untuk menghitung lebar jalan minimum pada jalan lurus dapat menggunakan Pers. (1).

$$L_{min} = (n \times W_t) + [(n + 1)(0.5 \times W_t)] \quad (1)$$

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar daripada lebar jalan lurus. Untuk jalur ganda lebar jalan angkut minimum pada tikungan didasari oleh lebar jejak ban, lebar jantai alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok, jarak antar alat angkut pada saat bersimpangan, dan jarak dari kedua tepi jalan. Untuk menghitung lebar jalan minimum pada tikungan dapat menggunakan Pers. (2) dan Pers. (3).

$$W_{min} = n(U + F_a + F_b + Z) + C \quad (2)$$

$$C = Z = \frac{1}{2}(U + F_a + F_b) \quad (3)$$

b. Kemiringan Jalan Angkut

Kemiringan (*grade*) jalan angkut adalah salah satu faktor yang penting pada pengamatan secara detail dalam kajian terhadap kondisi jalan tambang. Untuk menghitung kemiringan jalan angkut dapat menggunakan Pers. (4).

$$Grade(\%) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \quad (4)$$

c. Jari-Jari dan Super-elevasi

Jari-jari atau radius tikungan jalan angkut merupakan jari-jari dengan lintas perlengkungan yang dibentuk oleh alat angkut ketika menikung atau membelok, dimana besarnya dipengaruhi oleh jarak antara poros roda depan dan belakang serta sudut penyimpangan roda depan. Untuk menghitung jari-jari tikungan dapat menggunakan Pers. (5).

$$R = \frac{W}{\sin \beta} \quad (5)$$

Super-elevasi merupakan kemiringan melintang jalan pada tikungan yang berfungsi untuk mendapatkan komponen berat kendaraan guna mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan ditikungan. Untuk menghitung besarnya super-elevasi dapat menggunakan Pers. (6).

$$e + f = \frac{v^2}{127 R} \quad (6)$$

2.2 Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut dapat dicari dengan menjumlahkan waktu mengatur posisi siap dimuati, waktu pengisian, waktu mengangkut muatan, waktu mengatur posisi untuk menumpahkan muatan, waktu mengatur posisi untuk menumpahkan muatan, waktu menumpahkan muatan, waktu kembali kosong (Pers. (7)) (Indonesianto, 2019).

$$CT_a = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6} \quad (7)$$

2.3 Produktivitas Alat Angkut

Komponen-komponen yang berpengaruh terhadap perhitungan produktivitas alat gali-muat dan alat angkut yaitu waktu edar (*CT*), kapasitas mangkuk (*Cb*), faktor pengisian mangkuk (*Bff*), efisiensi kerja (*Ek*) dan faktor pengembang (*Sf*). Untuk menghitung produktivitas alat angkut dapat menggunakan Pers. (8).

$$P_a = \frac{60}{cT_a} \times Cb \times n \times Bff \times Ek \times Sf \quad (8)$$

2.4 Perhitungan Rimpull

Besarnya kekuatan tarik yang diberikan oleh mesin suatu alat kepada permukaan roda atau ban penggerak yang menyentuh permukaan jalan disebut dengan *rimpull*. Untuk menghitung *rimpull* dapat menggunakan Pers. (9).

$$Rimpull = \frac{0,90 \times Torsi\ mesin\ (lb.in) \times Total\ rasio\ gear \times eff}{Tire\ rolling\ radius} \quad (9)$$

2.5 Konsumsi Bahan Bakar (Fuel Consumption)

Perhitungan kebutuhan bahan bakar pada suatu alat sangat penting, karena digunakan untuk mengetahui besarnya biaya operasional. Untuk menghitung konsumsi bahan bakar suatu alat dapat menggunakan Pers. (10).

$$FC = \frac{Berat\ bahan\ bakar\ terpakai / kW.jam \times brakeHP \times Load\ Factor}{berat\ bahan\ bakar\ per\ gallon} \quad (10)$$

2.6 Rasio Bahan Bakar (Fuel Ratio)

Fuel ratio adalah suatu nilai dari hasil perbandingan antara konsumsi bahan bakar dengan hasil produksi. Fungsi dari *Fuel Ratio* untuk mengetahui seberapa banyak konsumsi bahan bakar yang diperlukan, agar dapat mengontrol biaya produksi. Untuk menghitung rasio bahan bakar dapat menggunakan Pers. (11).

$$FR = \frac{FC}{P} \quad (11)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Geometri Jalan Angkut

a. Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan lurus dalam kondisi aktual di lapangan memiliki ukuran lebar jalan yang bervariasi dengan kondisi dua jalur, sedangkan untuk lebar jalan angkut minimum dapat dihitung dengan menggunakan lebar total kendaraan dan jumlah jalur dari jalan angkut tersebut.

Tabel 1. Lebar Jalan Angkut Lurus
Table 1. Width of Haul Road

Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Aktual (m)
0-1	6,89	5,4
2-3	6,89	5,5
3-4	6,89	5,5
4-5	6,89	5,5
5-6	-	6,7
6-7	-	6,6
7-8	-	6,6
8-9	-	6,4
9-10	-	7,2
10-11	-	7,4
11-12	-	7,4
12-13	6,89	5,7

Untuk segmen 5-12 merupakan jalan umum yang berada di luar IUP atau di luar area tambang, jadi lebar jalan umum tidak didasarkan oleh perhitungan lebar jalan angkut minimum. Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar dibandingkan dengan lebar jalan angkut lurus, karena untuk lebar jalan angkut pada tikungan harus bisa memberikan ruang untuk alat bergerak.

Tabel 2. Lebar Jalan Angkut pada Tikungan
Table 2. Haul Road With At Bend

Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Aktual (m)
1-2	11,16	5,7

b. Kemiringan Jalan Angkut

Kondisi aktual di lapangan terdapat perbedaan kemiringan jalan yang dilalui oleh alat angkut adalah 1-12%. Menurut standar, kemiringan jalan maksimum yang telah ditetapkan perusahaan sebesar 8%. Oleh karena itu kemiringan jalan sebenarnya telah melewati batas maksimum yang telah ditentukan.

c. Jari-Jari Tikungan dan Superelevasi

Hasil pengukuran jari-jari tikungan adalah 8 meter dan menurut perhitungan jari-jari pada tikungan sudah memenuhi syarat yang telah ditentukan, yaitu 6,76 meter, sedangkan nilai super-elevasi yang dapat digunakan adalah 0,07.

3.2. Waktu Edar Alat Angkut

Apabila melakukan perhitungan produksi alat angkut baik itu aktual maupun rencana diperlukan perhitungan data waktu edar yang diambil dari pengamatan di lapangan. Waktu edar alat angkut yang diperoleh adalah waktu edar rata-rata yang ditempuh oleh truk jungkit mulai dari waktu menunggu untuk dimuati sampai pada posisi mulai menunggu untuk dimuati kembali berikut tabulasi waktu edar alat angkut (Tabel 3).

Tabel 3. Waktu Edar Alat Angkut
Table 3. Haul Time

Truk Jungkit	Position (Empty)	Loading	Waktu (Menit)				Delay	Total
			Hauling (Load)	Manuver Dumping	Dumping	Return		
Mitsubishi Fuso SHD	0,65	3,8	25,75	0,66	0,72	24,97	0,95	57,5
Toyota Dyna 130 HT	0,64	3,75	24,81	0,59	0,64	24,28	0,92	55,64

3.3. Produktivitas Alat Angkut

Pada lokasi pemuatan material tambang dari *front* penambangan menuju lokasi *crusher*, pengangkutan dilayani oleh unit Mitsubishi Fuso SHD dan Toyota Dyna 130 HT. Data aktual produksi truk jungkit Mitsubishi Fuso SHD adalah 4,84 ton/jam, dan Toyota Dyna 130 HT adalah 4,92 ton/jam, sedangkan untuk kemampuan produksi teoritis berdasarkan pengamatan waktu edar truk jungkit di lapangan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kemampuan Produksi Truk Jungkit
Table 4. Production Capability of Dump Truck

No	Truk Jungkit	Produksi Setiap Truk	
		(ton/jam)	(ton/hari)
1	Mitsubishi Fuso SHD	5,03	40,24
2	Toyota Dyna 130 HT	5,20	41,6

3.4. Perhitungan Rimpull

Beban kerja maksimum yang masih dapat ditarik oleh truk jungkit dapat diperoleh berdasarkan pengamatan dan spesifikasi truk jungkit yang digunakan. Rimpull pada masing masing truk jungkit yaitu Mitsubishi Fuso SHD dan Toyota Dyna 130 HT dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Rimpull Setiap Gear Mitsubishi Fuso SHD
Table 5. Rimpull Each Gear of Mitsubishi Fuso SHD

Transmisi	Rasio Gear	Rimpull		
		(lb)	Muatan (lb/ton)	Kosongan (lb/ton)
Gear 1	5,380	5.372,99	651,27	2.267,08
Gear 2	3,028	3.024,05	366,55	1.275,97
Gear 3	1,700	1.697,7	205,79	716,36
Gear 4	1,000	998,69	121,05	421,39
Gear 5	0,722	721,06	87,40	304,24

Tabel 6. Rimpull Setiap Gear Toyota Dyna 130 HT
Table 6. Rimpull Each Gear of Toyota Dyna 130 HT

Transmisi	Rasio Gear	Rimpull		
		(lb)	Muatan (lb/ton)	Kosongan (lb/ton)
Gear 1	5,342	5.415,10	656,37	2.319,10
Gear 2	2,911	2.950,82	357,68	1.263,74
Gear 3	1,556	1.577,29	191,19	675,50
Gear 4	1,000	1.013,68	122,87	434,12

Transmisi	Rasio Gear	Rimpull		
		(lb)	Muatan (lb/ton)	Kosongan (lb/ton)
Gear 5	0,738	748,10	90,68	320,38

3.5. Konsumsi Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh truk jungkit saat proses produksi. Di dalam perhitungan konsumsi bahan bakar, beberapa parameter yang harus diketahui adalah *brake horse power*, besarnya bahan bakar yang masuk ke mesin, densitas bahan bakar dan *load factor* truk jungkit. Besarnya nilai dari parameter tersebut dapat diketahui melalui data dari perusahaan dan hasil perhitungan langsung dari pengamatan di lapangan.

Besarnya pemakaian bahan bakar berdasarkan pemakaian rimpull selama 1 jam pada alat angkut Mitsubishi Fuso SHD dan Toyota Dyna 130 HT dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Konsumsi Bahan Bakar Truk Jungkit
Table 7. Fuel Consumption of Dump Truck

Alat Angkut	Load Factor		BBM(litr/jam)		Rasio Waktu (jam)		Ritase (rit/jam)	BBM Setelah Rasio Waktu(ltr/jam)			BBM Total (ltr/jam)
	Isi	Kosong	Isi	Kosong	Isi	Kosong		Isi	Kosong	idle	
Mitsubishi Fuso SHD	0,92	0,3	7,71	2,31	0,45	0,43	1,04	3,63	1,03	0,26	4,92
Toyota Dyna 130 HT	0,92	0,3	8,66	2,67	0,43	0,42	1,08	4,06	1,20	0,3	5,56

3.6. Rasio Bahan Bakar

Rasio bahan bakar adalah perbandingan antara konsumsi bahan bakar dengan banyaknya produksi yang tercapai setiap jamnya. Semakin tinggi nilai rasio bahan bakar maka semakin besar biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Untuk hasil dari rasio bahan bakar alat angkut setelah perbaikan alat angkut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rasio Bahan Bakar Truk Jungkit Mitsubishi Fuso SHD
Table 8. Fuel Ratio Mitsubishi Fuso SHD

No	Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD	Produksi (ton/jam)	BBM (liter/jam)	Rasio BBM (liter/ton)
1	Aktual	4,11	5,57	1,35
2	Teori	5,03	4,92	0,98

Tabel 9. Rasio Bahan Bakar Truk Jungkit Toyota Dyna 130 HT
Table 9. Fuel Ratio Toyota Dyna 130 HT

No	Alat Angkut Toyota Dyna 130 HT	Produksi (ton/jam)	BBM (liter/jam)	Rasio BBM (liter/ton)
1	Aktual	4,16	5,90	1,42
2	Teori	5,20	5,56	1,06

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan di CV. Muncul Karya dari 4 Januari sampai 12 Maret 2021 dapat ditarik kesimpulan bahwa geometri jalan angkut di beberapa segmen masih belum sesuai dengan perhitungan teoritis dan konsumsi bahan bakar untuk truk jungkit Mitsubishi Fuso SHD sebesar 4,92 liter/jam dan truk jungkit Toyota Dyna 130 HT sebesar 5,56 liter/jam. Untuk nilai rasio bahan bakar truk jungkit Mitsubishi Fuso SHD sebesar 0,98 liter/ton dan truk jungkit Toyota Dyna 130 HT sebesar 1,06 liter/ton.

Referensi

- Adiansyah, J., Payadi, K., Alpiana & Rahmawati, D., 2017. Evaluation of Loading and Hauling Technology for Improving Andesite Mine Performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 403(012048), pp. 1-4.
- Aldiyansyah, Husain, J. R. & Nurwaskito, A., 2016. Analisis Geometri Jalan di Tambang Utara pada PT. IFISHDECO Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine*, 4(1), pp. 39 - 43 .
- Anonim, 1973. *The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual Rural Highway Design*. s.l.:s.n.
- Bargawa, W., 2018. *Perencanaan Tambang*. 8 ed. Yogyakarta: Kilau Book.
- Fanani, Y. & Destinaba, R., 2019. *Analisa Model Matematika Pengaruh Geometri Jalan Angkut terhadap Konsumsi Bahan Bakar Truck (Studi Kasus: PT. Bukit Asam TBK. Sumatera Selatan*. Surabaya, PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan I (SEMITAN I), Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, pp. 176 - 179.
- Indonesianto, Y., 2014. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Pertambangan.
- Maharani, F. & Sumarya, 2018. Evaluasi Pengaruh Geometri Jalan Angkut terhadap Produktivitas Dump Truck Mitsubishi Fuso 220 PS dari Front Penambangan menuju Unit Crusher pada Penambangan Batu Andesit PT. Koto ALam Sejahtera. *Jurnal Bina Tambang*, 3(4), pp. 1492-1501.

-
- Nasrul, F. F. & Ansory, A., 2019. Evaluasi Pengaruh Geometri Hauling Road Batubara terhadap Produksi Dump Truck Iveco 380 Trakker dari Pit Sari menuju Stockpile PT. Adimitra Baratama Nusantar, Sangasanga, Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur. *Jurnal Bina Tambang*, 4(1), pp. 114-123.
- Partanto, P., 1996. *Pemindahan Tanah Mekanis*. 1 ed. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Zara, M. & Prabowo, H., 2020. Kajian Teknis Geometri Jalan Angkut dan Pengaruhnya terhadap Produksi Alat Angkut pada Penambangan Batu Andesit di PT. Ansar Terang Crushindo 1 Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 5(5), pp. 20-31.
-