

Pengaruh Geometri Jalan terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Penambangan Batubara PT Duta Tambang Rekayasa di Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara

Muhammad Alif Adityantono*, Zaenal, Indra Karna Wijaksana

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

*alif.adtyntono@gmail.com, zaenal.mq66@gmail.com,
indra_k_wijaksana@unisba.ac.id

Abstract. Mining activities are carried out using an open pit mining system using a strip mining system. In overburden stripping, mechanical devices such as Backhoe Hitachi ZX870LCH-5G and Dumptruck Scania P380CB are used as conveyance tools. The use of diesel as a fuel has a significant effect on mining operational costs. There are several factors that can affect the use of fuel in mechanical devices, one of which is the road geometry. Therefore the productivity of the hauling equipment is carried out with more efficient fuel consumption. In increasing the productivity of hauling equipment with more efficient fuel consumption, several studies were carried out on several parameters, namely road slope, straight road width, bend radius, Superelevation, Cross Slope, Fuel Ratio, and Fuel Cost. The results of the study were then evaluated based on the AASHTO theory with the standard setting for the maximum road slope of 12% and Ministerial Decree No. 1827/K/30/MEM/2018. Based on the results of observations and calculations on field activities, the actual production of the means of conveyance is 344.06 BCM/hour with an average fuel consumption of 13.82 liters/hour. The actual Fuel Ratio value in research activities for transportation equipment is 0.20 liters/BCM, and the Fuel Cost is Rp. 60,067,335 / month/tool. After a study on road geometry, the productivity value increased to 440.42 BCM/hour with a Fuel Ratio of 0.15 liters/BCM, and the Fuel Cost became Rp. 47,044,368 / month/tool, so after repairs the cost decreased by Rp. 13,022,949 / month/tool. Improvements in road conditions affect production, fuel consumption, Fuel Ratio, and Fuel Cost to reduce operational costs in mining.

Keywords: *Road Geometry, Productivity, Rimpull.*

Abstrak. Kegiatan penambangan dilakukan dengan sistem penambangan terbuka. Dalam pengupasan *overburden* digunakan alat mekanis seperti alat gali-muat *Backhoe Hitachi ZX870LCH-5G* dan *Dumptruck Scania P380CB* sebagai alat angkut. Penggunaan solar sebagai bahan bakar memberikan pengaruh biaya operasional penambangan yang cukup besar. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penggunaan bahan bakar pada alat mekanis, diantaranya kondisi geometri jalan. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan produktivitas alat angkut dengan konsumsi bahan bakar yang lebih efisien. Dalam meningkatkan produktivitas alat angkut dengan konsumsi bahan bakar yang lebih efisien, dilakukan beberapa kajian terhadap beberapa parameter yaitu kemiringan jalan, lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, jari-jari tikungan, *Superelevasi*, *Cross Slope*, *Fuel Ratio*, *Fuel Cost*. Hasil dari kajian tersebut kemudian di evaluasi berdasarkan teori *AASHTO* dengan ketentuan standar kemiringan jalan maksimal yaitu 12% dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018. Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan pada kegiatan lapangan, produksi alat angkut aktual adalah 344,06 BCM/jam dengan rata-rata konsumsi bahan bakar alat 13,82 liter/jam. Nilai *Fuel Ratio* secara aktual pada kegiatan penelitian untuk alat angkut adalah 0,20 liter/BCM, serta *Fuel Cost* sebesar Rp. 60.067.335 /bulan/alat. Setelah dilakukan kajian pada geometri jalan, nilai produktivitas naik menjadi 440,42 BCM/jam dengan *Fuel Ratio* 0,15 liter/BCM, serta *Fuel Cost* menjadi Rp. 47.044.368 /bulan/alat, sehingga setelah perbaikan mengalami penurunan biaya sebesar Rp. 13.022.949 /bulan/alat. Perbaikan pada kondisi jalan berpengaruh terhadap produksi, konsumsi bahan bakar, *Fuel Ratio*, dan *Fuel Cost* sehingga dapat mengurangi biaya operasional pada penambangan.

Kata Kunci: *Geometri Jalan, Produktivitas, Rimpull.*

A. Pendahuluan

PT Duta Tambang Rekayasa yaitu perusahaan yang bergerak dalam bidang penambangan batubara, terletak di Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara. Peralatan produksi yang digunakan pada operasi penambangan yaitu suatu sarana yang penting untuk tercapainya suatu target produksi yang telah ditentukan oleh perusahaan. Memperkirakan produksi pada alat muat dan alat angkut merupakan kegiatan yang penting dikarenakan berhubungan dengan target produksi yang harus dicapai oleh perusahaan tersebut. (Muhammad Ikram & Yuliadi, 2022)

Dalam kegiatan penambangan pada pemindahan overburden menggunakan unit alat angkut pada pemindahan batubara menggunakan dump truck. Terdapat geometri jalan yang harus diperhatikan seperti lebar jalan, kemiringan jalan dan daya dukung jalan yang bertujuan untuk dapat menahan beban dari alat mekanis yang dilaluinya. Geometri jalan pada suatu pertambangan yang belum sesuai dengan standar AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official) dapat mempengaruhi dari waktu edar alat mekanis tersebut, yang dimana semakin kecil waktu edar suatu alat mekanis tersebut maka semakin besar pula dari penggunaan bahan bakar. (Tendi Fernando et al., 2023)

Penggunaan bahan bakar yang masih belum optimal dari target penggunaan bahan bakar yang sudah ditetapkan oleh perusahaan sehingga menyebabkan meningkatnya biaya operasional, besarnya penggunaan bahan bakar disebabkan oleh kondisi jalan atau geometri jalan. Oleh sebab itu dilakukannya penelitian ini untuk dapat mengkaji pengaruh dari geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar untuk dapat mengoptimalkan penggunaan bahan bakar yang lebih efisien sehingga dapat mengurangi biaya operasional dan dapat mencapai target penggunaan bahan bakar perusahaan. (Laksana & Iswandaru, 2022)

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka perumusan masalah penelitian ini adalah: “Bagaimana kondisi geometri jalan di lapangan?”, “Bagaimana hubungan produksi dengan konsumsi bahan bakar?”, “Berapa kebutuhan konsumsi bahan bakar alat gali-muat dan angkut?”, “Bagaimana konsumsi bahan bakar pada setiap segmen jalan?”, “Bagaimana fuel ratio mencapai target yang ditentukan?”. Selanjutnya, tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi geometri jalan secara aktual.
2. Mengetahui hubungan produksi dengan konsumsi bahan bakar.
3. Mengetahui konsumsi bahan bakar pada alat angkut (liter/jam).
4. Mengetahui rata-rata konsumsi bahan bakar setiap segmen jalan.
5. Mengetahui dan menganalisis *fuel ratio* dan *fuel cost* secara aktual.

B. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian terbagi kedalam tiga tahap yaitu : Teknik pengambilan data, teknik pengolahan data dan teknik analisis data.

Teknik Pengambilan Data, dalam pengambilan data dibagi menjadi dua bagian yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yaitu dengan cara pengukuran langsung di lapangan yang terdiri dari kondisi geometri jalan, *Cycle Time* alat angkut muat, konsumsi bahan bakar, *Fill Factor*, *Swell Factor*. Sedangkan data sekunder merupakan data penunjang yang terdiri dari laporan terdahulu, jurnal, dan peta dasar, target perusahaan, spesifikasi alat, data curah hujan, dan standar AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*).

Pemindahan tanah mekanis merupakan suatu proses penggalian dan pemindahan tanah dengan menggunakan alat-alat mekanis dari *front* kerja menuju *disposal*. Dalam proses penambangan proses ini harus dilakukan sebagaimana yang diketahui bahwa cadangan tambang terdapat di bawah permukaan bumi sehingga dilakukannya proses penggalian terlebih dahulu untuk mendapatkan cadangan tambang tersebut.

Geometri jalan perlu diperhatikan seperti jalan pada umumnya. Alat angkut tambang umumnya berdimensi lebih besar dan lebih berat dibandingkan kendaraan angkut yang bergerak di jalan raya. Oleh sebab itu, geometri jalan harus sesuai dengan dimensi alat angkut yang digunakan agar alat angkut tersebut dapat bergerak leluasa pada kecepatan normal dan aman. Geometri jalan angkut selalu didasarkan pada dimensi kendaraan angkut yang digunakan.

1. Lebar Jalan

Lebar jalan angkut pada tambang pada umumnya dibuat untuk pemakaian jalur ganda

dengan lalu lintas satu arah atau dua arah. Dalam kenyataannya, semakin lebar jalan angkut maka akan semakin baik proses pengangkutan dan lalu lintas pengangkutan semakin aman dan lancar

2. Jari-Jari Tikungan
Penentuan jari-jari tikungan menyesuaikan dengan spesifikasi alat angkut yang digunakan. Jari-jari tikungan merupakan perbandingan antara besar gaya gesek melintang dengan gaya normal.
3. Nilai Superelevasi
Untuk mengatasi gaya sentrifugal yang bekerja pada alat angkut yang sedang melewati tikungan jalan ada dua cara yang dapat dilakukan, yaitu pertama dengan mengurangi kecepatan dan yang kedua adalah membuat kemiringan ke arah titik pusat jari-jari tikungan.
4. Kemiringan Jalan (*Grade*)
Kemampuan dalam mengatasi tanjakan untuk setiap alat angkut tidak sama tergantung pada jenis alat angkut itu sendiri. Sudut kemiringan jalan biasanya dinyatakan dalam persen yaitu beda tinggi setiap seratus satuan panjang jarak mendatar. Kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut dalam mengatasi tanjakan atau turunan. Menurut KEPMEN 1827 standar dalam kemiringan jalan angkut adalah sebesar 12%.
5. Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)
Kemiringan Melintang (*Cross Slope*) merupakan sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Pada umumnya jalan angkut tambang mempunyai bentuk penampang melintang cembung, dibuat demikian dengan tujuan untuk memperlancar penyaliran.
6. Produktivitas Alat
Produktivitas alat pada kegiatan penambangan dapat diperoleh berdasarkan perhitungan dari masing-masing rangkaian kegiatan yang sudah ditetapkan, data yang dibutuhkan untuk memperoleh produktivitas alat gali-muat dan angkut didapatkan berdasarkan pengamatan seperti waktu edar, kapasitas *bucket* alat muat, faktor pengembangan material, faktor pengisian, dan juga efisiensi kerja alat tersebut.
7. Fuel Ratio
Merupakan nilai rasio yang menunjukkan perbandingan antara penggunaan bahan bakar (liter/jam) dengan produksi *overburden* yang dihasilkan (bcm/jam).
8. Fuel Cost
Merupakan biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk mendapatkan atau membongkar satu bcm *overburden*. *Fuel cost* didapatkan dengan cara mengalikan *Fuel Ratio* dengan harga bahan bakar per liternya.

yang dibagi menjadi 20 segmen jalan. Dimana dalam penentuan lebar minimum dilihat dari alat angkut terbesar yang digunakan yaitu *Dumptruck* SCANIA P380CB dengan lebar kendaraan sebesar 2,60 meter. Hasil pengukuran lebar jalan angkut dalam keadaan lurus di lapangan dapat dilihat pada **Tabel 1** dan untuk kondisi tikungan dapat dilihat pada **tabel 2**.

Tabel 1. Lebar Jalan Angkut Kondisi Lurus

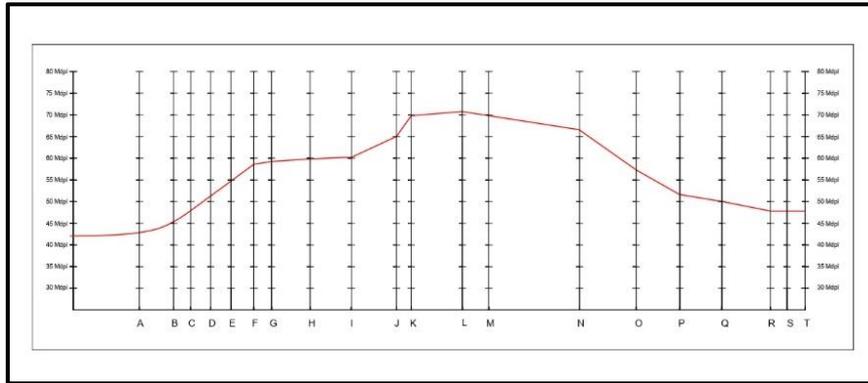
Segmen			Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
A	-	B	9,10	20,34	0
B	-	C		18,57	0
D	-	E		13,76	0
E	-	F		13,16	0
F	-	G		13,03	0
G	-	H		14,23	0
H	-	I		14,10	0
I	-	J		13,70	0
J	-	K		14,34	0
M	-	N		13,42	0
N	-	O		13,55	0
O	-	P		12,84	0
P	-	Q		12,72	0
R	-	S		13,83	0
S	-	T		14,05	0
T	-	U		12,51	0

Tabel 2. Lebar Jalan Angkut Kondisi Tikungan

Segmen			Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Belokan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
C	-	D	10,99	12,96	0
K	-	L		12,24	0
L	-	M		16,25	0
Q	-	R		11,72	0

Kemiringan Jalan

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, geometri jalan dari *loading point* sampai dengan *dumping point*, setiap segmen memiliki kemiringan yang berbeda-beda. Untuk jalan angkut memiliki kemiringan pada angka 0%-15,16%. Terdapat beberapa segmen yang perlu diperbaiki, seperti pada segmen C-D yang mana memiliki kemiringan 15,16%, segmen tersebut sangat berpotensi menimbulkan hambatan pada waktu edar alat dan membuat berkurangnya nilai produksi. Dengan demikian perlu adanya perbaikan dalam pengurangan kemiringan (*grade*) pada beberapa segmen jalan agar dapat meningkatkan waktu edar alat sehingga target produksi dapat tercapai.



Gambar 3. Penampang Segmen Jalan

Jari-Jari Tikungan dan Superelevasi

Berdasarkan hasil pengukuran jari-jari tikungan didapatkan nilai sebesar 28,87 meter dengan perhitungan jari-jari sesuai dengan standar teori *AASHTO*, maka nilai jari-jari minimum yang dapat digunakan yaitu sebesar 14,38 meter. Sehingga jari-jari tikungan yang ada saat ini sudah memenuhi syarat yang telah ditentukan karena memiliki nilai yang lebih besar dari pada nilai jari-jari minimum. Menurut perhitungan dengan mempertimbangkan kecepatan alat angkut pada kondisi tikungan dan juga jari-jari tikungan didapatkan angka 0,04 atau 4% untuk superelevasi.

Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan bahwa terdapat beberapa kondisi jalan angkut yang tidak memiliki kemiringan melintang. Dimana hal tersebut dapat mengakibatkan adanya genangan air di tengah jalur jalan atau kondisi jalan yang kurang baik (bergelombang), oleh karena itu kondisi jalan lurus 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. Sehingga tidak akan adanya genangan air pada permukaan jalan.

Perhitungan Produktivitas Alat Muat dan Angkut

Produktivitas adalah gambaran pencapaian dari suatu alat sesuai dengan kemampuannya di lapangan.

1. Produktivitas *Backhoe Hitachi ZX870LCH-5G*

$$P_{m1} = \frac{E_m \times 60 \times H_m \times FF_m \times SF}{C_m}$$

$$= \frac{62,10\% \times 60 \times 5 \text{ LCM} \times 107\% \times 83\%}{0,30 \text{ menit}}$$

$$= 330,67 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produksi *Backhoe Hitachi ZX870LCH-5G*

$$P_m = P_{m1} \times n_m$$

$$= 330,67 \text{ BCM/jam/alat} \times 1 \text{ alat}$$

$$= 330,67 \text{ BCM/jam}$$

2. Produktivitas *Dumptruck Scania P380CB*

$$P_m = \frac{E_a \times 60 \times (N_p \times H_m \times FF_m) \times SF}{C_a}$$

$$= \frac{78,12\% \times 60 \times (3 \times 5 \text{ LCM} \times 107\%) \times 83\%}{9,48 \text{ menit}}$$

$$= 66,13 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produksi *Dumptruck Scania P380CB*

$$P_m = P_{m1} \times n_m$$

$$= 66,13 \text{ BCM/jam/alat} \times 5 \text{ alat}$$

$$= 330,64 \text{ BCM/jam}$$

Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Alat Muat dan Alat Angkut

Dari hasil pengolahan data yang dilakukan didapatkan jumlah konsumsi bahan bakar selama kegiatan pengamatan pada alat gali-muat sebesar 50,80 Liter/jam. Sedangkan pada alat angkut didapatkan konsumsi bahan bakar sebesar 13,82 Liter/jam. Penggunaan bahan bakar pada alat gali-muat dan angkut sangat berbeda karena alat gali-muat mengisi material *overburden* kepada 5 unit alat *Dumptruck* sehingga alat tersebut terus bekerja.

1. Perhitungan konsumsi bahan bakar alat gali-muat :

$$FC_{GM} = \frac{T_{FC} \text{ (liter/bulan)}}{WP \text{ (jam/bulan)}}$$

$$FC_{GM} = \frac{14.674 \text{ liter/bulan}}{289,47 \text{ jam/bulan}} = 50,80 \text{ liter/jam}$$

2. Perhitungan konsumsi bahan bakar alat angkut :

$$FC_A = \frac{T_{FC} \text{ (liter/bulan)}}{WP \text{ (jam/bulan)}}$$

$$FC_A = \frac{3.987 \text{ liter/bulan}}{288,82 \text{ jam/bulan}} = 13,82 \text{ liter/jam}$$

Berikut merupakan tabel rekapitulasi dari upaya perbaikan yang telah dilakukan pada geometri jalan yang mengakibatkan produktivitas meningkat dengan penggunaan bahan bakar yang lebih efisien dari sebelumnya.

Tabel 3. Rekapitulasi Data Aktual dan Rekomendasi

Keterangan	Teori	Aktual	Perbaikan	Preesentase Penurunan	Presentase Kenaikan
Lebar Jalan Lurus (m)	9,10	14,26	-	-	-
Lebar Jalan Tikungan (m)	10,99	13,29	-	-	-
Kemiringan Jalan (%)	12	15,16	12	3,16	-
Waktu Edar (Menit)	-	9,52	7,44	27,97%	-
Match Factor	-	0,75	0,96	-	28%
Produktivitas Alat (Bcm/Alat)	-	68,81	87,56	-	21,41%
Konsumsi Bahan Bakar (lit/rit)	-	2,19	1,71	28,07%	-
Fuel Ratio (Liter/Bcm)	-	0,20	0,16	25%	-
Fuel Cost (Rp/Bulan)	-	Rp60.067.335	Rp47.044.386	26,68%	-

D. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Geometri jalan aktual pada area Pit Eka memiliki jarak 900,11 m dengan lebar jalan pada kondisi lurus antara 12,51 m – 20,34 m dan lebar jalan pada kondisi tikungan 11,72 m sampai 16,25 m dengan kondisi jalan yang sangat bervariasi mulai dari 0 % - 15,16 %.
2. Rata-rata produksi yang didapatkan dari hasil kegiatan penelitian ini sebesar 344,06 BCM/jam dengan rata-rata konsumsi bahan bakar alat angkut sebesar 13,82 liter/jam.
3. Konsumsi bahan bakar pada alat gali-muat sebesar 50,80 liter/jam sedangkan pada alat angkut sebesar 13,82 liter/jam.
4. Konsumsi bahan bakar rata-rata setiap segmen pada alat angkut 0,040 liter/segmen dalam kondisi bermuatan. Sedangkan pada kondisi tidak bermuatan memiliki rata-rata 0,036 liter/segmen.
5. Nilai *fuel ratio* aktual pada alat angkut adalah 0,20 liter/BCM dan *fuel cost* aktual dalam perbulan adalah sebesar Rp. 60.067.335 /bulan/alat. Kemudian setelah perbaikan nilai *fuel ratio* turun menjadi 0,15 liter/BCM dan *fuel cost* perbulan menjadi Rp. 47.044.386 /bulan/alat.

Acknowledge

Dari penelitian ini, penulis banyak mengucapkan banyak terimakasih telah membantu dan menyelesaikan penelitian ini kepada:

1. Keluarga Tercinta
Kepada kedua orang tua penyusun. Mulyani S.Pd. serta yang selalu mendukung, memberikan semangat, kasih sayang dan do'a kepada penyusun. Tidak lupa juga penyusun mengucapkan terimakasih kepada kakakku Satrio Kresna Bayu. Serta Devi Ulfa Yunita yang selalu memberikan semangat dan juga motivasi. Sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Teman-teman Angkatan 2018
Terimakasih kepada teman-teman seperjuangan khususnya kepada Ketua angkatan 2018 Naufal Abdan. Serta Tassar, Surya, Robiansah, Devo, Shelgy, Rama, Abyan, Fadlan, Dhia, Jivan, Ayu, Hera, Syaefan dan seluruh teman-teman angkatan 2018 lainnya yang telah memberikan dukungan moril maupun materil kepada penyusun yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
3. Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Unisba
Terimakasih kepada teman-teman terdekat penyusun khususnya kepada Dimas, Dwi, Ihsan, Rizki, Dhamar, Syafiq Yang selalu memberikan semangat, canda tawa, motivasi dan nasehat kepada penyusun.
Berisi ucapan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang membantu penelitian Anda.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 1993, "ASSHTO Guide for Design of Pavement Structures", America, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- [2] Awang Suwandhi, 2004, "Perencanaan Jalan Tambang", Diklat perencanaan tambang terbuka, Universitas Islam Bandung.
- [3] Efendi Kadir, 2008, "Pemindahan Tanah Mekanis", Universitas Sriwijaya. Palembang
- [4] Dwayne D, Tannant & Bruce Regensburg, 2001, "Guidelines for Mine Haul Road Design", University of British Columbia.
- [5] Herbert L, Nichols, 2005, "Moving the Earth", American.
- [6] Partanto, Prodjosumarto, 1993, "Pemindahan Tanah Mekanis", Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [7] Pratama, Devi Diansyah, 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.
- [8] Sukirman, dkk., 1999, "Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan", Nova, Bandung.
- [9] SNI 7167, 2016, "Pengaman Jalan Pertambangan".
- [10] Wicaksono, M. Rizqi, 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.
- [11] Wedhanto, Sonny, 2009, "Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis", Universitas Negeri Malang, Malang.
- [12] Walter W, Kaufman and James, 1977, "Design of Surface Mine Haulage Road-Manual", United States Departement of The Interior, Berau of Mines.
- [13] Laksana, V. B., & Iswandar. (2022). Kajian Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut pada Penambangan Andesit. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 147–156. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i2.1421>
- [14] Muhammad Ikram, & Yuliadi. (2022). Kajian Geoteknik untuk Penentuan Geometri Lereng Front Penambangan di PT. XYZ. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 107–116. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i2.1246>
- [15] Tendi Fernando, Zaenal, & Sriyanti. (2023). Pengaruh Geometri Jalan Terhadap

Konsumsi Bahan Bakar pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 71–76. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.2144>