

Tambang Batubara Terbuka PT Bima Putra Abadi Citranusa (BPAC) (Evaluasi Geometri Jalan *Segment Inpit Dump Sidewall Pit* BPAC)

Daffa Imammuti*, Jukepsa Andas

Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

* daffa.imammuti14@gmail.com

Abstrak. Jalan angkut tambang yang ideal akan mengoptimalkan hasil produksi yang sesuai dengan target produksi yang telah direncanakan. Target produksi overburden di PT Bima Putra Abadi Citranusa pada bulan Februari 2023 adalah sebesar 630.854 BCM perbulan, sedangkan produksi aktualnya adalah sebesar 471.684,20 BCM perbulan. Ketidaktercapaian tersebut salah satunya disebabkan oleh geometri jalan angkut yang kurang ideal, seperti lebar jalan yang kurang ideal, *grade* yang terlalu tinggi dan lain sebagainya, sehingga waktu travel dump truck dari Front menuju Disposasi atau Inpit Dump menjadi sangat lama. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui geometri jalan angkut aktual, mengkaji kondisi jalan angkut aktual di lapangan dengan hasil perhitungan matematis berdasarkan ketentuan AASHTO, mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi jalan angkut. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan desain layout jalan angkut tambang dari front pit menuju inpit *dump sidewall pit* BPAC dengan 10 segmen. Geometri jalan angkut aktualnya memiliki lebar jalan lurus antara 11,48-24,775 meter, lebar jalan tikungan antara 14,934-22,408 meter, superelevasi antara 0,08- 0,1 meter dengan jari-jari tikungan antara 7,92-11,591 meter dan *grade* jalan antara 0,80-12,70%. Berdasarkan perhitungan geometri jalan menggunakan ketentuan AASHTO masih banyak yang belum memenuhi standar. Jalan angkut tambang dipengaruhi oleh tanggul pengaman, drainase, rambu-rambu jalan dan penyiraman *water tank*.

Abstract. An ideal mine haul road will optimize production results in accordance with planned production targets. The overburden production target at PT Bima Putra Abadi Citranusa in February 2023 is 630,854 BCM per month, while actual production is 471,684.20 BCM per month. One of the reasons for this non-achievement is less than ideal haul road geometry, such as less than ideal road width, a grade that is too high and so on, so that the dump truck travel time from Front to Disposal or Inpit Dump becomes very long. The aim of this research is to determine the geometry of the actual haul road, examine the condition of the actual haul road in the field with the results of mathematical calculations based on AASHTO provisions, and find out the factors that influence the haul road. Based on the research results, a mine haul road layout design was obtained from the front pit to the BPAC sidewall pit dump inlet with 10 segments. The actual haul road geometry has a straight road width between 11.48-24.775 meters, a bend road width between 14.934-22.408 meters, a superelevation between 0.08-0.1 meters with a bend radius between 7.92-11.591 meters and a road grade between 0.80-12.70%. Based on road geometry calculations using AASHTO provisions, there are still many that do not meet the standards. Mine haul roads are influenced by safety embankments, drainage, road signs and water tank irrigation.

Kata kunci: jalan angkut, geometri jalan, produksi, grade jalan

Tanggal Diterima: 04/03/24; Tanggal Direvisi: 21/05/24; Tanggal Disetujui: 27/05/24; Tanggal Dipublikasi: 27/05/24

1. Pendahuluan

Metode penambangan yang digunakan oleh PT Bima Putra Abadi Citranusa (BPAC) adalah metode penambangan terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit mining*. Pertambangan adalah salah satu usaha yang memerlukan modal, teknologi, dan berisiko tinggi. Supaya industri pertambangan dapat beroperasi sesuai dengan target produksi yang telah ditentukan, maka dibutuhkan sebuah perencanaan yang matang dalam berbagai hal salah satunya yaitu jalan penambang. Jalan tambang berguna untuk penghubung antar lokasi, diantaranya lokasi penambangan dengan tempat *crushing plant*, pengolahan bahan galian, kantor dan lain-lainnya di lokasi tambang. Pembuatan jalan tambang dengan garis besar sama halnya dengan jalan angkut di kota. Perbedaannya yang biasanya terletak pada bagian permukaannya yang sangat jarang dilapisi

dengan aspal seperti pada jalan di kota-kota, Hal ini dikarenakan jalan tambang digunakan oleh alat mekanis yang menggunakan *crawler track*, seperti *moto grader*, *bulldozer*, *excavator*, dan lain-lainnya.

Target produksi material overburden PT Bima Putra Abadi Citranusa pada bulan Februari 2023 dengan menggunakan 6 unit *excavator* adalah sebesar 630.854 BCM, sedangkan produksi aktual *overburden* tidak mencapai target produksi yaitu sebesar 471.684,20 BCM. Menurut Thompson (2015) ketidaksampaian target produksi salah satunya disebabkan oleh *hauling road* yang belum memenuhi standar. Tingkat keberhasilan pencapaian target produksi sangat dipengaruhi oleh *hauling system* (sistem pengangkutan). Dengan memperlihatkan keadaan jalan angkut produksi diharapkan menaikkan tingkat efisiensi kerja alat dan nilai keamanan alat yang paling utama dump

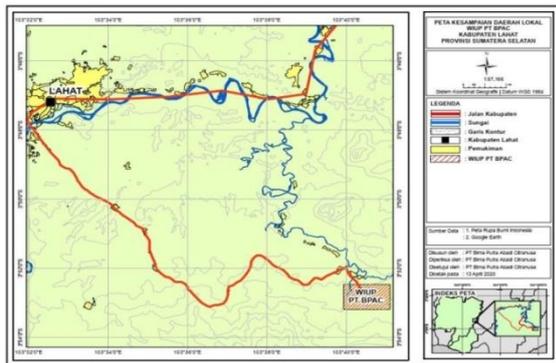
truck, agar target produksi dapat terpenuhi sesuai dengan yang dituju. Keadaan jalan tambang di PT Bima Putra Abadi Citranusa sekarang ini belum begitu bagus, hal ini karena masih banyak lebar jalan, *grade* jalan, jari-jari tikungan dan superelevasi yang belum memenuhi standar yang mengakibatkan produktivitas menurun. Pada penelitian ini berfokus pada salah satu *fleet* yaitu dari *Front* ke jalur Segment *Inpit Dump Sidewall Pit* BPAC.

2. Kajian Pustaka

2.1 Lokasi Kesampaian Daerah

Lokasi IUP yang dilakukan oleh PT BPAC atau Bima Putra Abadi Citranusa yang berada di Desa Lubuk Betung, di Kecamatan Merapi Selatan, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia.

Lokasi tambang berjarak sejauh ±192 km terhadap kota Palembang. Tempat penelitian bisa dicapai dengan menggunakan kendaraan kota seperti mobil. Perjalanan ditempuh dari kota Palembang, dengan melalui jalan Lintas Sumatra, dengan melalui Kota Prabumulih, Kabupaten Muara Enim sampai dengan Kabupaten Lahat mengarah kepada kantor (*site office*) dengan waktu ±5 jam di jalan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Jalan Penunjang Tambang

Jalan yang disiapkan sebagai jalan untuk transportasi di dalam daerah pertambangan guna sebagai alat pendukung kegiatan pertambangan disebut jalan penunjang. Sedangkan jalan yang ada pada daerah pertambangan dan digunakan oleh alat-alat pertambangan seperti pemindah mekanis dan lainnya disebut jalan tambang.

Jalan tambang diharuskan memperhatikan alat angkut paling besar yang melewati jalan tersebut. Jalan tambang memerlukan perawatan serta pemeliharaan gunanya supaya tidak terganggunya aktivitas pertambangan.

2.3 Geometri Jalan Tambang

2.2.1 Lebar Jalan Lurus

Tipe atau bentuk dari alat angkut digunakan sebagai perencanaan dalam pembuatan

lebar dari jalan angkut, perencanaan lebar jalan sebagai transportasi untuk satu atau dua arah, semakin besar keadaan lebar jalan maka memperbudah alat angkut yang akan melalui jalan tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung lebar jalan lurus sebagai berikut:

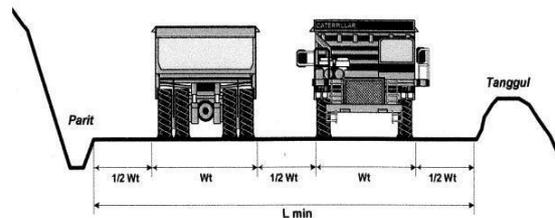
$$L_{min} = n \cdot wt + (n+1) \cdot (\frac{1}{2} \cdot wt)$$

Dimana:

L (min) = lebar minimum pada jalur lurus (m)

n = jumlah jalur

Wt = lebar satu unit kendaraan (m)



Gambar 2. Lebar Jalan Pada Jalan Lurus

2.2.2 Lebar Jalan Tikungan

Pada keadaan tikungan lebar jalan harus lebih besar daripada pada keadaan jalan lurus. Keadaan ini gunanya agar mencegah terjadinya penyimpangan dari sudut yang dibuat oleh roda depan bagian badan alat angkut ketika melewati tikungan. Rumus yang dipakai untuk menghitung lebar jalan tikungan sebagai berikut:

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

$$C = 1/2 \times (U + Fa + Fb)$$

Dimana:

Wmin = Lebar jalan pada jalur tikungan (m)

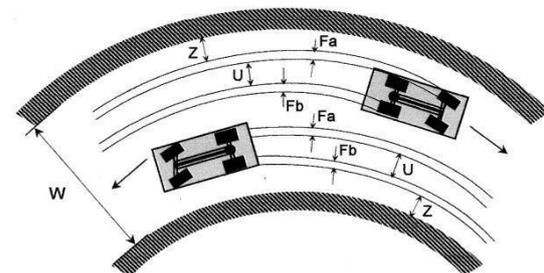
U = Jarak jejak roda truck (m)

Fa = Lebar jantai depan (m)

Fb = Lebar jantai belakang (m)

Z = Jarak sisi luar truck ketepi jalan (m)

C = Jarak antar truck (m)



Gambar 3. Lebar Jalan Pada Keadaan Tikungan

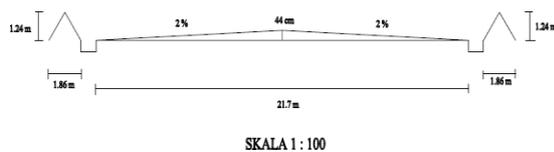
2.2.3 Kemiringan Jalan

Grade jalan umumnya dibuat dengan bentuk persen (%) yang artinya, *grade* 1% yaitu keadaan jalan naik/turun 1 meter pada setiap jarak mendatar dengan nilai 100 meter. *Grade* jalan memiliki hubungan dengan kemampuan dari alat angkut ketika melakukan pendakian ataupun pengereman. Besar *grade* jalan maksimal yang bisa ditempuh oleh alat angkut seperti truk dengan baik

yaitu antara 8% – 10%, namun pada keadaan jalan berlereng lebih ideal bila *grade* jalan maksimal 4,5° atau 8%.

2.2.3 Kemiringan Jalan

Cross slope atau kemiringan jalan adalah sudut yang dibuat dari dua sisi permukaan jalan dengan bidang mendatar. Biasanya kemiringan melintang untuk jalan angkut tambang berbentuk cembung, dibuat seperti itu agar memperlancar aliran air. Jalan angkut yang ideal mempunyai *cross slope* berkisar 20 mm/m hingga 40 mm/m atau 2% hingga 4% pada setiap meter lebar jalan angkut tambang.



Gambar 4. Penampang Melintang Jalan Lurus

3. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang berkaitan dengan penelitian terapan. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang berdasarkan dari data yang didapatkan dengan observasi dan melakukan analisis menggunakan statistik untuk alat yang terkomputerisasi. Pendekatan ini mendapatkan kesimpulan tentang permasalahan yang teliti.

Dengan arti lainnya, penelitian ini dikerjakan dengan mengelompokkan data ke dalam kategori yang dapat dipisahkan atau ditulis dan menjalin hubungan antar setiap variabel.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Untuk mengidentifikasi masalah dan menemukan solusi yang optimal, maka dilakukan pengambilan data di lapangan. Data yang dipakai di penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil observasi setelah melakukan pengukuran di lapangan. Data sekunder merupakan data yang berasal dari literatur, referensi, dan arsip dokumen perusahaan.

3.2 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yaitu menggunakan metode yang menggabungkan teori dan data observasi lapangan untuk mendapatkan solusi permasalahan yang ada.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data

Perhitungan geometri jalan tambang dicocokkan dengan peralatan yang dipakai. Dump Truck dipakai untuk membawa material overburden, maka geometri jalan harus dicocokkan dengan dimensi *Dump Truck*. Keadaan jalan angkut yang dibicarakan yaitu seperti lebar jalan angkut

lurus maupun tikungan, *grade* jalan, *cross slope*, superelevasi dan jari-jari tikungan. Berikut penjelasan masing-masing point tersebut.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada jalan *hauler* di *segment inpit dump sidewall pit* BPAC, *dump truck* terbesar yang digunakan adalah *Dump Truck* Terex TR50D.



Gambar 5. *Dump Truck* Terex TR50D

4.2 Lebar Jalan Angkut Tambang

Lebar jalan angkut ideal dan memenuhi standar bisa membuat lalu lintas menjadi lancar. Lebar jalan angkut yang memenuhi standar disesuaikan berdasarkan alat angkut paling besar yang dipakai, yaitu *dump truck* Terex TR50D. Setelah dilakukan perhitungan lebar jalan angkut dari *Front Pit* ke *Inpit Dump Sidewall Pit* BPAC di keadaan lurus yaitu 15,645 m dan di keadaan tikungan yaitu 16,735 m. Dilihat dari data sebenarnya di lapangan diperoleh hasil lebar jalan angkut *Front Pit* ke *Inpit Dump Sidewall Pit* BPAC bisa dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Lebar Jalan Angkut dari *Front Pit* menuju *Segment Inpit Dump Sidewall Pit* BPAC

Segmen	Lebar Aktual (m)	Lebar Standar (m)	Keterangan	Evaluasi (m)
A-B	22,408	16,735	Tikungan	Ideal
B-C	13,619	15,645	Lurus	-2,026
C-D	14,425	15,645	Lurus	-1,22
D-E	14,934	15,645	Lurus	-0,711
E-F	15,925	15,645	Lurus	Ideal
F-G	19,431	16,735	Tikungan	Ideal
G-H	24,775	15,645	Lurus	Ideal
H-I	15,33	16,735	Tikungan	-1,405
I-J	11,48	15,645	Lurus	-4,165
J-K	17,02	16,735	Tikungan	Ideal

Dilihat dari data tersebut lebar jalan angkut terdapat beberapa titik yang belum sesuai ketentuan yaitu di segmen B-C, C-D, D-E, F-G, H-I dan I-J. Maka diperlukannya evaluasi lebih lanjut

di titik yang belum ideal tersebut seperti di segmen B-C dengan nilai aktual 13,619 m sedangkan standar lebar jalan lurus 15,645 m. Evaluasi ini diperlukan agar memaksimalkan laju alat angkut sehingga ketika berpapasan tidak perlu memperlambat laju ataupun sampai berhenti karena menunggu alat angkut dari arah yang berlawanan sehingga dapat meningkatkan produktivitas alat angkut.

4.3 Grade Jalan

Setelah dilakukan pengukuran *grade* jalan di peta jalan *hauling segment inpit dump sidewall pit* PT BPAC, diperoleh adanya titik yang tidak sesuai standar, masih ditemukan segmen yang mempunyai *grade* jalan yang masih tinggi bisa dilihat di Tabel 2 di bawah ini. Maka dari itu diperlukannya evaluasi terhadap segmen yang tidak sesuai standar tersebut.

Tabel 2. *Grade* Jalan Angkut Tambang dari *Front Pit* menuju *Segment Inpit Dump Sidewall Pit* BPAC

Segmen	Grade Aktual (%)	Grade Standar (%)	Keterangan	Evaluasi (%)
A-B	2,75	8	Tanjakan	Ideal
B-C	2,46	8	Turunan	Ideal
C-D	0,80	8	Tanjakan	Ideal
D-E	2,74	8	Tanjakan	Ideal
E-F	0,97	8	Tanjakan	Ideal
F-G	3,45	8	Turunan	Ideal
G-H	12,70	8	Turunan	-4.7
H-I	4,89	8	Turunan	Ideal
I-J	4,65	8	Turunan	Ideal
J-K	4,13	8	Turunan	Ideal

Dilihat dari evaluasi data *grade* jalan tersebut ditemukan adanya *grade* jalan yang belum memenuhi standar yaitu di segmen G-H. Dilihat pada (Tabel 2) *grade* paling rendah terdapat di segmen C-D yaitu dengan nilai 0,80%, dan *grade* paling tinggi terdapat di segmen G-H dengan nilai 12,70%. Maka sangat diperlukannya evaluasi *grade* jalan di titik yang tidak sesuai standar tersebut. Tujuannya supaya alat angkut bisa berjalan dengan lancar, dan bisa meningkatkan produktivitas serta menurunkan risiko kecelakaan.

4.4 Kemiringan Melintang

Keadaan jalan tambang yang ideal mempunyai kemiringan melintang 4 cm/m. Dengan arti lain yaitu untuk 1 m jarak mendatar maka adanya perbedaan ketinggian dengan nilai 4 cm, Untuk itu jalan angkut tambang yang lebarnya 15,645 m (dua jalur) memiliki perbedaan ketinggian di poros jalan dengan nilai:

Untuk jalan angkut 2 jalur:

$$\begin{aligned} a &= 1/2 \text{ lebar jalan} \\ &= 1/2 \times 15,645 \text{ m} \\ &= 7,8225 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka perbedaan ketinggian seharusnya:

$$\begin{aligned} b &= 7,8225 \text{ m} \times 40 \text{ mm/m} \\ &= 312,9 \text{ mm} = 31,29 \text{ cm} \end{aligned}$$

Maka hasil nilai kemiringan melintang yang ideal pada jalan angkut yang lebarnya 15,645 m adalah 31,29 cm. Hasil perhitungan kemiringan melintang jalan *hauling inpit dump sidewall pit* BPAC bisa dilihat di Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Kemiringan Melintang (*Cross Fall*)

Segmen	Lebar Jalan Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Aktual (M)	Penambahan Lebar Jalan (m)	Cross Slope (cm)
B-C	15,645	13,619	-2,026	31,29
C-D	15,645	14,425	-1,22	31,29
D-E	15,645	14,934	-0,711	31,29
E-F	15,645	15,925	-	31,85
G-H	15,645	24,775	-	49,55
I-J	15,645	11,48	-4,165	31,29

Berdasarkan table diatas pada segmen yang lebar jalannya belum sesuai maka untuk perhitungan *cross slope* nya mengacu pada lebar jalan berdasarkan perhitungan.

4.5 Kemiringan Melintang pada Tikungan atau Superelevasi

Setelah dilakukan perhitungan nilai superelevasi standar yang dipakai untuk PT BPAC sebesar 0,08 m/m dan kecepatan rata-rata yang dipakai yaitu 20 km/jam dan terdapat di segmen A-B dan F-G. Dilihat dari data sebenarnya di lapangan, semua titik sudah sesuai dengan standar.

Tabel 4. Superelevasi dari *Front Pit* Menuju *Inpit Dump Sidewall Pit* BPAC

Segmen	Superelevasi (m/m)	Superelevasi Standar (m/m)	Evaluasi
A-B	0,08	0,08	Ideal
F-G	0,08	0,08	Ideal

Berdasarkan hasil evaluasi pada (Tabel 4) segmen jalan tikungan A-B dan F-G sudah sesuai standar maka dari itu penambahan superelevasi tidak diperlukan.

4.6 Jari-Jari Tikungan

Jari-jari tikungan digunakan untuk menentukan kecepatan maksimum yang bisa pakai alat angkut ketika beroperasi. Jari-jari tikungan yang belum ideal akan menghambat laju *cycle time* dan menurunkan produktivitas. Kecepatan rencana yang dipakai untuk penelitian ini yaitu 20 km/jam.

Nilai jari-jari tikungan untuk kecepatan rencana yang dipakai pada penelitian ini yaitu 12,16 m. Dilihat dari data sebenarnya dilapangan diperoleh jari-jari tikungan semua segmen tidak memenuhi standar berdasarkan ketentuan dari AASHTO, maka dari itu diperlukan evaluasi bisa dilihat pada tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Evaluasi Jari-jari Tikungan dari Front Pit Menuju *Inpit Dump Sidewall* Pit BPAC

Segmen	Jari-jari Tikungan Aktual (m)	Jari-jari Tikungan Standar (m)	Evaluasi
A-B	11,591	12,56	-0,969
F-G	7,92	12,56	-4,64

Dilihat dari hasil evaluasi geometri jalan *inpit dump sidewall pit* BPAC di atas maka diperoleh geometri jalan angkut yang memenuhi standar dan belum memenuhi standar menurut ketentuan standar AASHTO. Hasil yang didapatkan dimuat ke dalam tabel supaya bisa memahaminya dengan mudah (Tabel 6). Geometri jalan yang memenuhi standar diberi simbol (\checkmark) dan geometri jalan yang belum memenuhi standar diberi simbol (x).

Tabel 6. Hasil Pengukuran Geometri Jalan Angkut *Inpit Dump Sidewall* Pit BPAC Menurut Standar AASHTO

Segmen	Hasil Evaluasi			
	Lebar	Grade	Superelevasi	Jari-jari Tikungan
A-B	\checkmark	\checkmark	\checkmark	x
B-C	x	\checkmark	-	-
C-D	x	\checkmark	-	-
D-E	x	\checkmark	-	-
E-F	\checkmark	\checkmark	-	-
F-G	\checkmark	\checkmark	\checkmark	x
G-H	\checkmark	x	-	-
H-I	x	\checkmark	-	-
I-J	x	\checkmark	-	-
J-K	\checkmark	\checkmark	-	-

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan setelah dilakukan analisis Geometri Jalan *Hauler* di Segmen *Inpit Dump Sidewall Pit* PT Bima Putra Abadi Citranusa yaitu:

- Geometri jalan *Hauling* Segmen *Inpit Dump Sidewall Pit* BPAC dengan membuat sebanyak 10 segmen, jalan lurus 6 segmen dan jalan tikungan 4 segmen. Kondisi lebar jalan masih terdapat segmen yang belum memenuhi

standar yaitu segmen B-C, C-D, D-E, H-I dan I-J. Hal ini menyebabkan penurunan produktivitas alat angkut dan meningkatkan risiko terjadi kecelakaan.

- Rawatan jalan *Hauler* Segmen *Inpit Dump Sidewall Pit* BPAC yang dikerjakan bersamaan dengan jam produksi, maka terjadi sedikit hambatan saat pengerjaan. Terjadinya *crowded* kendaraan mengakibatkan munculnya waktu delay bagi dump truck yang bekerja.
- Terdapat satu segmen jalan yang belum memiliki kemiringan (*grade*) yang ideal yaitu pada segmen G-H sebesar 12,70%.
- Hasil nilai kemiringan melintang yang ideal untuk jalan angkut lurus 15,645 m adalah 31,29 cm. Tujuan adanya *cross slope* adalah untuk sistem penyaliran di jalan atau drainase.
- Superelevasi pada segmen jalan *hauler inpit dump* terdapat pada segmen A-B dan F-G sudah memenuhi standar yaitu dengan superelevasi sebesar 0,08 m/m dan 0,08 m/m.
- Terdapat 2 segmen yang belum memiliki jari-jari tikungan ideal yaitu pada segmen A-B dan F-G masih belum memenuhi standar jari-jari tikungan minimum sebesar 12,56 m.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan yang telah diuraikan, maka penulis ingin memberikan beberapa saran demi menunjang keberhasilan Praktek Lapangan Industri (PLI) mendatang. Adapun saran yang ingin sampaikan yaitu:

- Melakukan inspeksi rutin pada jalan *hauling* yang sangat krusial, karena jalan *hauling* sangat berpengaruh dalam produksi batubara dan pengupasan *overburden*.
- Merencanakan rawatan rutin jalan *hauling*.
- Mengoptimalkan waktu rawatan jalan.
- Menggunakan material dan pengerjaan jalan yang sesuai aturan.
- Pada jalan tambang, penggunaan sistem *single cross fall* dan *double cross fall* adalah tergantung keadaan aktual di lapangan.

Referensi

- Aldiyansyah, A. (2016). Analisis Geometri Jalan di Tambang Utara pada PT Ifishdeco Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine*, 4(1).
- Gafoer, S., Amin, T. C., & Purnomo, J. (1986). Peta geologi lembar Lahat, Sumatera Selatan. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Nanda, M. D. (2021). Kajian Geometri Jalan Tambang berdasarkan Aashto dan Kepmen No 1827/K/30/Mem/2018 pada Penambangan Andesit di PT XYZ, Kecamatan Rumpin, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal*

- Riset Teknik Pertambangan, 1(2), 107– 116.
Negara,
- [4] K. H. K., Maryanto, M., & Guntoro, D. (2018). Evaluasi dan Redisain Geometri Jalan Tambang pada Penambangan Andesit. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 378–385.
- [5] Oktaviani, S., Pitulima, J., & Oktarianty, H. (2021). Evaluasi Geometri Jalan Tambang Di PT Vitrama Properti Desa Air Mesu Kabupaten Bangka Tengah. *Mineral*, 6(2), 18–24.
- [6] Rahman, M. A., Nurhakim, N., Riswan, R., Noure, A. B., & Joetra, R. (2017). Analisa Kelayakan Jalan Angkut Tambang Berdasarkan Geometri Dan Material Perkerasan Jalan. *Jurnal Geosapta*, 2(2).
- [7] Sari, A. S., Fadillah, A., & Saputra, R. A. (2020). Kajian Teknis Analisis Resiko Jalan Tambang Batubara PT Pasir Walannae, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan Dan Kelautan (Semitan)*, 2(1), 53–59.