



Studi Desain Jalan Tambang PT Pancaran Surya Abadi Kabupaten Kutai Kartanegara

Alfian Nawir^{1*}, Alam Budiman Thamsi², Agvir Fajri Maharza³

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

Info Artikel

Diajukan: 22/02/2025

Diterima: 29/03/2025

Diterbitkan: 30/04/2025

Keywords:

Mining Road Design; Road

Geometry; Road Grade;

Cross Slope;

Superelevation.

Kata Kunci:

Desain Jalan Tambang;

Geometri Jalan; Kemiringan

Jalan; Cross Slope;

Superelevasi.



Lisensi: cc-by-sa

ABSTRACT

This study aims to analyze and design the haul road geometry at PT Pancaran Surya Abadi, Kutai Kartanegara Regency, by adhering to technical standards to support safety and operational efficiency of haulage equipment. The study involves field data collection including straight road width, curve road width, road grade, superelevation, and cross slope. The design analysis references the AASHTO guidelines and Minister of Energy and Mineral Resources Regulation No.1827/K/30/MEM/2018, using Surpac software for mine road modeling and planning. Evaluation results show that the actual straight road width ranges from 10 to 13.84 meters, while curve road widths vary between 10.95 and 20 meters. The actual road grade ranges from 7.3% to 10.5%, but measured segments show negligible superelevation and cross slope due to similar elevations on the left, center, and right sides of the road. This condition indicates the need for improvements in road geometry design to ensure effective drainage and vehicle safety operations, especially on curves and flood-prone areas. The study concludes that the haul road at PT Pancaran Surya Abadi requires adjustments to meet established geometric standards, particularly in transverse slope and superelevation. Technical recommendations are provided to enhance road lifespan, reduce accident risks, and support mining productivity in tropical topography and climatic conditions such as those in Kutai Kartanegara.

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis dan merancang geometri jalan tambang di PT Pancaran Surya Abadi, Kabupaten Kutai Kartanegara, dengan memperhatikan standar teknis agar mendukung keselamatan dan efisiensi operasional alat angkut. Studi dilakukan dengan pengumpulan data lapangan meliputi lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, kemiringan jalan (grade), superelevasi, dan cross slope. Analisis desain mengacu pada pedoman AASHTO dan Keputusan Menteri ESDM No.1827/K/30/MEM/2018, serta memanfaatkan perangkat lunak Surpac untuk pemodelan dan perencanaan jalan tambang. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa lebar jalan lurus aktual berkisar antara 10 sampai 13,84 meter, sedangkan lebar jalan tikungan bervariasi antara 10,95 sampai 20 meter. Kemiringan jalan aktual berada di antara 7,3% sampai 10,5%, namun sepanjang segmen pengukuran tidak ditemukan nilai superelevasi maupun cross slope yang berarti, karena elevasi sisi kiri, tengah, dan kanan jalan relatif sama. Kondisi tersebut mengindikasikan perlunya perbaikan dalam desain geometri jalan tambang untuk memastikan drainase efektif dan keselamatan alat angkut saat beroperasi, terutama pada tikungan dan area rawan banjir. Studi ini menyimpulkan bahwa jalan tambang di PT Pancaran Surya Abadi masih memerlukan penyesuaian agar memenuhi standar geometri yang ditetapkan, khususnya pada aspek kemiringan melintang dan superelevasi. Rekomendasi teknis disampaikan untuk meningkatkan umur jalan, mengurangi risiko kecelakaan, serta mendukung produktivitas tambang di wilayah dengan topografi dan kondisi iklim tropis seperti Kutai Kartanegara.

Corresponding Author:

Muhamad Hardin Wakila

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

wakilahardin@umi.ac.id

PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan terbuka (*surface mining*) memerlukan infrastruktur jalan angkut (*haul road*) yang dirancang secara teknik untuk menjamin keselamatan, produktivitas alat angkut, dan

efisiensi biaya operasional (Setiaji *et al.*, 2023; Rifandy, 2016). Desain geometri jalan tambang meliputi lebar jalur, kemiringan maksimum, radius tikungan, dan struktur lapisan perkerasan secara langsung memengaruhi waktu edar truk, konsumsi bahan bakar, frekuensi perbaikan jalan, dan risiko kecelakaan sehingga berdampak pada kinerja produksi tambang. Oleh karena itu, studi desain jalan tambang menjadi komponen penting dalam perencanaan tambang modern (Gulton *et al.*, 2023; Etwiory dan Triyanto, 2018).

Persoalan praktis yang sering muncul di lapangan adalah ketidaksesuaian geometri jalan dengan standar teknis (Kemiringan, lebar, radius tikungan), kondisi subgrade yang lemah (nilai CBR rendah), dan drainage yang kurang memadai semuanya menyebabkan penurunan produktivitas alat angkut dan meningkatnya biaya pemeliharaan jalan. Berbagai penelitian lokal menunjukkan perlunya evaluasi geometri dan struktur perkerasan jalan angkut berdasarkan data lapangan (CBR, Atterberg, topografi) dan pedoman teknis nasional maupun internasional agar jalan dapat melayani beban operasi secara andal (Asof *et al.*, 2023; Fitriani *et al.*, 2020; Setiawan *et al.*, 2019).

Khusus di wilayah Kalimantan Timur, termasuk Kabupaten Kutai Kartanegara, kondisi topografi, jenis tanah, dan intensitas hujan tropis memengaruhi desain jalan tambang. Beberapa studi kasus di area Kutai Kartanegara dan area tambang Kalimantan lainnya menggarisbawahi pentingnya analisis geometri jalan berbasis teori AASHTO serta peraturan ESDM untuk menyesuaikan desain dengan kondisi lokal, termasuk penggunaan foto udara / pemetaan untuk menilai rute terbaik dan mitigasi kesalahan geometri. Pendekatan perencanaan jalan modern (Least Cost Path, analisis cut-and-fill, dan perancangan perkerasan berdasarkan CBR) juga telah diuji dalam studi lokal untuk mengoptimalkan rute dan menekan biaya konstruksi serta pemeliharaan (Bidang *et al.*, 2025; Rivandi, 2025; Astaman, 2023; Haalimatussa'diah *et al.*, 2023; Jenius, 2018; Silalahi *et al.*, 2018). Dengan demikian, penelitian mengenai desain ulang jalan tambang di PT Pancaran Surya Abadi menjadi penting untuk memberikan rekomendasi teknis yang dapat meningkatkan keselamatan, memperpanjang umur jalan, serta mendukung efektivitas produksi tambang di Kabupaten Kutai Kartanegara.

METODE

Data yang digunakan adalah data geometri lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, grade jalan, superelevasi, *cross slope* selanjutnya diolah menggunakan software surpac pengolahan data dan perencanaan tambang. Lebar jalan lurus minimum dapat dipakai dengan jalur ganda atau lebih menurut *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) pada jalur lurus adalah:

$$L_{\min} = n \cdot W_t + (n+1) \left(\frac{1}{2} \cdot W_t\right)$$

Keterangan:

L_{\min} = Lebar minimum jalan angkut (meter).

n = Jumlah jalur lalu lintas kendaraan (biasanya 1 jalur atau 2 jalur untuk truk angkut).

W_t = Lebar kendaraan terbesar yang menggunakan jalan (meter).

Lebar jalan angkut pada belokan atau tikungan selalu lebih besar daripada lebar jalan lurus.

Perhitungan lebar jalan minimum pada belokan yaitu:

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

Keterangan:

W_{\min} = Lebar minimum jalan angkut pada tikungan (m).

U = Lebar jejak roda terluar yaitu jarak antara roda terluar kendaraan dengan tepi jalan ketika berbelok.

F_a = *Front overhang* yaitu jarak antara poros roda depan dengan titik terdepan kendaraan.

F_b = *Rear overhang* yaitu jarak antara poros roda belakang dengan titik terbelakang kendaraan.

Z = Ruang bebas samping tambahan untuk keamanan manuver kendaraan di tikungan.

C = Ruang tambahan antar kendaraan, biasanya diberikan jika jalan tikungan dirancang untuk dua arah (dua jalur).

Kemiringan jalan angkut harus sesuai dengan kemampuan alat angkut dalam mengatasi tanjakan agar diperoleh waktu edar seminimal mungkin, baik saat truk bermuatan maupun pada saat kosong. Kemiringan jalan akan berpengaruh pada *grade resistance*. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kemiringan adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

Grade (i) = Kemiringan jalan tambang (dalam persen, %).

Δh = Beda tinggi yaitu selisih elevasi antara titik awal dan titik akhir jalan (meter).

Δx = Jarak mendatar antara titik awal dan titik akhir jalan (meter).

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan saat berjalan melalui tikungan, nilai superelevasi minimum dan maksimum ditetapkan yaitu 4% - 8%. Nilai superelevansi juga dapat digunakan persamaan berikut jika ditinjau dari gaya sentrifugal dan faktor gesekan.

$$e_{\max} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100 \%$$

Keterangan:

e_{\max} = Nilai maksimum superelevasi (kemiringan melintang tikungan) dalam persen (%).

Δh = Beda tinggi (elevasi) antara sisi luar tikungan dengan sisi dalam tikungan (meter).

Δx = Lebar jalan pada tikungan (meter).

Cross slope merupakan sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Jalan angkut umumnya memiliki bentuk penampang melintang cembung, hal tersebut bertujuan untuk memperlancar penyaliran di jalan angkut sehingga apabila hujan turun atau sebab lain, air yang ada di permukaan jalan akan segera mengalir menuju tepi jalan. Nilai beda tinggi *cross slope* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$b = \frac{1}{2} L \times 40 \text{ mm/m}$$

Keterangan:

b = Beda tinggi antara titik tengah jalan dengan tepi jalan.

L = Lebar jalan (meter).

40 mm/m = Nilai standar kemiringan melintang (*cross slope*) yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain jalan penambangan dibuat menggunakan *software surpac* pada daerah penelitian merupakan geometri jalan yang aktual berdasarkan data yang dilakukan perusahaan. Geometri jalan tambang yang actual digunakan bervariasi yaitu lebar jalan lurus 10 m sampai 13,84 meter, lebar jalan pada tikungan 10,95 meter sampai 20 meter, kemiringan (*grade*) jalan tambang 8,60% sampai 12,04%, serta tidak memiliki superelevasi dan *cross slope*.

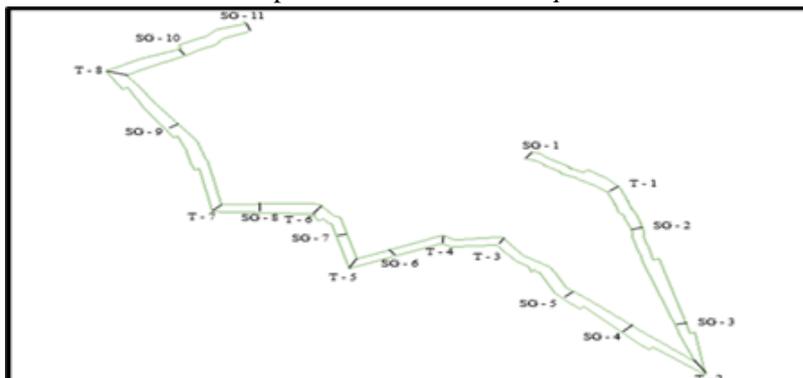
Jenis atau spesifikasi alat yang digunakan perlu diketahui sebelum melakukan desain jalan tambang. Hal tersebut untuk mengetahui keterangan secara teknis atau mekanis yang terdapat pada alat tersebut, alat angkut yang digunakan adalah *dump truck* Mercedes Benz Axor dengan penjang keseluruhan 7,76 m, lebar 2,49 m, tinggi 2,93 m. Jara antara poros ban depan dan belakang 4,78 m memiliki 6 transmisi dan satu transmisi mundur. Memiliki radius putar ban 9,15 m.

PEMBAHASAN

Desain Jalan Tambang Aktual

Desain jalan penambangan dibuat menggunakan *software surpac* pada daerah penelitian merupakan geometri jalan yang aktual berdasarkan data yang dilakukan perusahaan. Geometri jalan tambang yang actual digunakan bervariasi yaitu lebar jalan lurus 10 m sampai 13,84 meter, lebar jalan

pada tikungan 10,95 meter sampai 20 meter, kemiringan (*grade*) jalan tambang 8,60% sampai 12,04%, serta tidak memiliki superelevasi dan *cross slope*.



Gambar 1. Desain Jalan Tambang Aktual.

Geometri Jalan Tambang

Lebar Jalan di Jalan Lurus Pada dasarnya jalan di buat untuk aktivitas alat transportasi dengan melihat spesifikasi alat angkut atau dump truck yang sering menggunakan atau melewati jalan tersebut. Berdasarkan data spesifikasi alat angkut yang ada, maka lebar jalan minimum (standar *AASHTO*) di tetapkan sebesar 8,71 m, dari hasil pengukuran secara langsung di lapangan, dapat diketahui bahwa lebar jalan lurus Pit B pada PT. Pancaran Surya Abadi telah memenuhi standar minimum lebar jalan yang telah di tentukan.

Tabel 1. Lebar Jalan Pada Jalan Lurus.

No	Segmen	Standar lebar jalan minimum <i>AASHTO</i> (m)	Lebar jalan lurus aktual perusahaan (m)	Keterangan
1	SG-1	8,71	10,98	Baik
2	SG-2	8,71	10,84	Baik
3	SG-3	8,71	11,01	Baik
4	SG-4	8,71	12,94	Baik
5	SG-5	8,71	13,84	Baik
6	SG-6	8,71	10,05	Baik
7	SG-7	8,71	10,19	Baik
8	SG-8	8,71	11,80	Baik
9	SG-9	8,71	10,73	Baik
10	SG-10	8,71	10,11	Baik
11	SG-11	8,71	10	Baik

Lebar jalan angkut di tikungan sama hanya dengan penentuan lebar jalan lurus, penentuan lebar jalan pada jalur tikungan dapat dilihat dari alat angkut terbesar atau dump truck yang beroperasi di perusahaan yang sering tau melewati jalan tersebut. Berdasarkan tipe alat angkut, maka dapat menghasilkan jalan angkut minimum untuk 2 jalur sebesar 12,46 m, dari hasil pengukuran secara langsung di lapangan, dapat diketahui bahwa lebar jalan lurus Pit B pada PT. Pancaran Surya Abadi sebagian besar memenuhi standar namun ada beberapa bagian yang tidak memenuhi standar.

Tabel 2. Lebar Jalan Pada Tikungan.

No	Segmen	Standar lebar Tikungan minimum <i>AASHTO</i> (m)	Lebar Tikungan aktual perusahaan (m)	Keterangan
1	T-1	12,46	13,65	Baik
2	T-2	12,46	20	Baik
3	T-3	12,46	11,64	-0,82
4	T-4	12,46	10,95	-1,51
5	T-5	12,46	15,01	Baik
6	T-6	12,46	15,46	Baik
7	T-7	12,46	12,70	Baik
8	T-8	12,46	20	Baik

Kemiringan suatu jalan selalu berhubungan langsung dengan keamanan alat angkut itu sendiri, baik dalam tanjakan atau mengatasi pengereman. Kemiringan jalan di PT Pancaran Surya Abadi sangat bervariasi (Tabel 3).

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan saat berjalan melalui tikungan, nilai superelevasi minimum dan maksimum ditetapkan yaitu 4% - 8%.

Pengukuran cross slope menggunakan total station dilakukan pada 3 titik berbeda dengan posisi sejajar, yaitu pada bagian sisi kanan, sisi kiri dan bagian tengah jalan angkut untuk mengetahui beda tinggi antara sisi pinggir kiri dengan sisi tengah serta beda tinggi antara sisi pinggir kanan dengan sisi tengah.

Tabel 3. Lebar Jalan Pada Tikungan.

No	Z 1	Z 2	Beda Tinggi (m)	Jarak Datar	Kemiringan (%)	Derajat
1	-7,871	5,651	13,522	148,264	9,2	5,2
2	5,651	20,336	14,685	139,744	10,5	5,9
3	20,336	30,529	10,193	138,89	7,3	4,1
4	30,529	40,249	9,720	101,017	9,6	5,4
5	40,249	53,861	13,612	129,424	10,5	5,9
6	53,861	66,768	12,907	145,858	8,8	5
7	66,768	77,064	10,296	98,390	10,4	5,9
8	77,064	87,343	10,279	111,815	9,1	5,2
9	87,343	98,796	11,453	111,390	10	5,7
10	98,796	109,417	10,621	109,311	9,7	5,5

Tabel 4. Nilai Superelevasi.

NO	Segmen	Lebar Jalan Aktual (m)	Superelevasi Aktual (%)	Beda tinggi (m)
1	T-1	13,65	0	0
2	T-2	20	0	0
3	T-3	11,64	0	0
4	T-4	10,95	0	0
5	T-5	15,01	0	0
6	T-6	15,46	0	0
7	T-7	12,70	0	0
8	T-8	20	0	0

Tabel 5. Nilai Cross Slope.

NO	Segmen	Lebar Jalan (m)	Cross Slope (m)
1	SG-1	10,98	0
2	SG-2	10,84	0
3	SG-3	11,01	0
4	SG-4	12,94	0
5	SG-5	13,84	0
6	SG-6	10,05	0
7	SG-7	10,19	0
8	SG-8	11,80	0
9	SG-9	10,73	0
10	SG-10	10,11	0
11	SG-11	10	0

Pada Pembahasan didalam penelitian ini akan menggunakan teori *AASTHO* (*American Association Of State Highway And Transportation Officials*) tentang lebar jalan pada keadaan lurus, lebar jalan pada tikungan, kemiringan jalan (*grade*). Guna memenuhi standar lebar jalan lurus menurut *AASTHO* dengan spesifikasi alat angkut *dump truck* Mercedes Benz Axor yang memiliki lebar (Wt)= 2,49 m. perhitungannya menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$L_{min} = n \cdot Wt + (n+1) \left(\frac{1}{2} \cdot Wt\right)$$

$$\begin{aligned} L &= (2 \times 2,49) + (2+1) \times \left(\frac{1}{2} \times 2,49\right) \\ &= (4,98) + ((3) \times (1,24)) \end{aligned}$$

$$= (4,98) + (3,72)$$

$$= 8,71 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, diketahui bahwa untuk dua jalur maka lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus untuk jalan angkut PT Pancaran Surya Abadi yang dilalui oleh *dump truck* Mercedes Benz Axor adalah 8,71 meter. Selain jalan pada jalan lurus yang perlu di hitungkan dalam geometri jalan tambang. Perlu juga memperhitungkan lebar jalan angkut pada jalan tikungan. Lebar jalan pada tikungan juga perlu di perhitungkan karna lebar jalan pada tikungan biasanya lebih besar dan lebih lebar dari jalan lurus. Data jumlah jalur, lebar jejak roda, lebar jantai depan dan jantai belakang, lebar bagian tepian jalan, dan jarak antar kendaraan merupakan data yang di perlukan untuk dapat menghitung lebar jalan minimum pada tikungan. Untuk itu karna data-data tersebut telah diketahui, maka perhitungannya adalah:

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

$$= \frac{1,35 + 1,46 + 0,75}{2}$$

$$= \frac{3,56}{2}$$

$$= 1,78 \text{ m}$$

$$W_{\min} = 2 (U + Fa + Fb + Z) + C$$

$$= 2 (1,35 + 1,46 + 0,75 + 1,78) + C$$

$$= 10,68 + 1,78$$

$$= 12,46 \text{ m}$$

Perhitungan yang dilakukan menunjukkan bahwa lebar jalan angkut minimum pada jalan tikungan untuk jalan di PT Pancaran Surya Abadi adalah 12,46 meter. Kemiringan jalan angkut dinyatakan dalam persen (%) yang merupakan perbandingan antara beda tinggi dengan jarak mendatar. Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut yaitu 15%. Akan tetapi untuk jalan naik maupun turun pada bukit lebih aman dan idealnya kemiringan jalan maksimum yaitu sebesar 8%. Data perbandingan antara beda tinggi dan jarak mendatar merupakan data yang di perlukan untuk menghitung *grade* pada jalan, maka perhitungannya yaitu:

$$Grade (i) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% = \frac{13,522}{148,364} \times 100\% = 0,091 \times 100\% = 9,1\%$$

$$Grade (i) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% = \frac{14,685}{139,744} \times 100\% = 0,105 \times 100\% = 10,5\%$$

$$Grade (i) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% = \frac{10,193}{138,89} \times 100\% = 0,073 \times 100\% = 7,3\%$$

$$Grade (i) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% = \frac{9,720}{101,017} \times 100\% = 0,096 \times 100\% = 9,6\%$$

$$Grade (i) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% = \frac{13,612}{129,424} \times 100\% = 0,105 \times 100\% = 10,5\%$$

$$Grade (i) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% = \frac{12,907}{148,858} \times 100\% = 0,088 \times 100\% = 8,8\%$$

$$Grade (i) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% = \frac{10,296}{98,39} \times 100\% = 0,104 \times 100\% = 10,4\%$$

$$Grade (i) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% = \frac{10,279}{111,815} \times 100\% = 0,091 \times 100\% = 9,1\%$$

$$Grade (i) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% = \frac{11,453}{111,390} \times 100\% = 0,10 \times 100\% = 10\%$$

$$Grade (i) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% = \frac{10,621}{109,311} \times 100\% = 0,097 \times 100\% = 9,7\%$$

Jadi kemiringan jalan (*grade*) actual pada PT Pancaran Surya Abadi yaitu sekitar 7,3% hingga 10,5%. Dari hasil tabel 4 tidak ada superelevasi pada semua tikungan di karenakan tidak ada perbedaan elevasi di sisi kiri dan kanan di setiap tikungan jadi hasil dari tabel 4 yaitu = 0%. Dari hasil tabel 5 tidak *cross slope* pada semua segmen ini juga di karenakan elevasi setiap sisi kiri, sisi tengah, dan sisi kanan pada semua segmen sama, jadi hasil dari tabel 5 yaitu = 0 meter.

SIMPULAN

Geometri jalan aktual pada desain jalan PT Pancaran Surya Abadi untuk dua jalur pada jalan lurus di semua segmen yaitu 10 meter sampai 13,84 meter, lebar jalan pada tikungan yaitu 10,95 meter sampai 20 meter, kemiringan Jalan (*grade*) pada jalan yaitu 7,3% hingga 10,5%, superelevasi karena tidak ada dikarenakan elevasi sisi kiri dan kanan pada tikungan semua sama, untuk nilai *cross slope* tidak ada dikarenakan elevasi sisi kiri tengah dan kanan setiap segmen sama. Berdasarkan hasil evaluasi geometri jalan, jalan di PT. Pancaran Surya Abadi belum memenuhi standar sehingga dibutuhkan banyak perbaikan pada geometri jalan yang belum memenuhi standar.

REFERENSI

- Asof, M., Purbasari, D., & Putra, M. A. A. (2023). Perbaikan Jalan Angkut Menggunakan Geotextile untuk Meningkatkan Produktivitas HD 785 pada Site Gurimbang Mine Operation, PT. Berau Coal. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 12(1), 19-28.
- Bidang, M., Hasan, H., & Magdalena, H. (2025). Estimasi Biaya Pembuatan Jalan Akses Tambang. *JURNAL TEKNOLOGI MINERAL FT UNMUL*, 13(1), 17-23.
- Etwiory, P. J., & Triyanto, B. (2018). Evaluasi Geometri Jalan Angkut Tambang dan Rancangan Drainase pada PT. Sumber Anugerah Buana Kabupaten Sorong Provinsi Papua Barat. *INTAN Jurnal Penelitian Tambang*, 1(1), 53-58.
- Fitriani, R., Guskarnali, G., & Andini, D. E. (2020). Analisis pengaruh geometri jalan tambang dari front penambangan ke stockpile terhadap keselamatan kerja PT Caritas Energi Indonesia Sarolangun Jambi. *MINERAL*, 5(2), 17-22.
- Gultom, M., Tambun, B., & Tambun, Y. (2023). Analisa Geometri Jalan Angkut Produksi Overburden pada Pit Utara PT. Citra Alamsentosa Mandiri di Kecamatan Muara Jawakabupaten Kutai Kartanegaraprovinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi, Informasi dan Industri*, 3(1), 99-104.
- Jenius, A. R. (2018). Evaluasi Geometri Jalan Angkut dari Pit ke Disposasi di PT. Awokgading Sarira Nusantara Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. *UPN Veteran. Yogyakarta*.
- Nurauningsih, S. W. (2022). *Analisis Geometri Dan Kelayakan Jalan Angkut Tambang Berdasarkan Nilai Atterberg Dan California Bearing Ratio (Cbr) Di Pt. Inti Bara Nusalima* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS JAMBI).
- Rifandy, A. (2016). Kajian Teknis Geometri Jalan Hauling Pada Pt. Guruh Putra Bersama Site Desa Gunung Sari Kecamatan Tabang Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Geologi Pertambangan (JGP)*, 1(19).
- Setiawan, A. R., Syahrudin, S., & Syafrianto, M. K. (2019). Perencanaan Pembuatan Jalan Tambang Pada Mine Development and Sga Plant Project PT. Antam Tbk, Komoditas Bauksit, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 9(1).
- Setiaji, W. S., & Hariyanto, T. (2023). Kajian Geometri Jalan Tambang Berdasarkan Teori AASHTO dan KepMen ESDM No 1827K/30/Mem/2018 pada Area Pertambangan menggunakan Data Foto Udara (Studi Kasus: Sanga-Sanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur). *Geoid*, 19(1), 8-17.
- Silalahi, J. R., Andini, D. E., & Guskarnali, G. (2018). Kajian Teknis Geometri Jalan Tambang Front 242 Untuk Pencapaian Produktivitas Alat Angkut Di PT Semen Padang (Persero) Tbk untuk Pencapaian Produktivitas Alat Angkut Di PT Semen Padang (Persero) Tbk. *MINERAL*, 3(2), 1-6.