

Analisis dan Pemodelan Geometri Jalan Angkut dari Pit D2 ke Stockpile EFO PT Indonusa Arta Mulya Site Marombo Kecamatan Lasolo Kepulauan Kabupaten Konawe Utara

Muslianto^{1*}, Abriansyah¹, dan Wa Ndibale²

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Muhammadiyah Kendari

²Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Kendari

*Email : muslianto.anton3108@gmail.com

SARI

Jalan angkut sepanjang 4.186,43 m yang menghubungkan Pit C, Pit D1, dan Pit D2 menuju Stockpile EFO merupakan jalur transportasi utama dalam kegiatan pengangkutan material di PT Indonusa Arta Mulya. Sebagian segmen jalan masih belum memenuhi persyaratan geometrik berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kondisi aktual geometri jalan angkut dan merumuskan model perbaikan geometrinya. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif melalui integrasi kondisi aktual jalan, karakteristik kendaraan desain, ketentuan teknis, dan pemodelan geometrik. Data geometrik aktual diukur, dientri, ditabulasi, dan dianalisis tingkat kesesuaiannya terhadap standar. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada jalan lurus diperlukan pelebaran 0,857–3,119 m dan pada tikungan 0,479–3,395 m. Segmen T28 memerlukan perubahan jari-jari tikungan sebesar 0,257 m. Penyesuaian superelevasi memerlukan pengupasan 0,056–1,648 m dan penambahan 0,024–0,658 m. Penyesuaian *grade* memerlukan pengupasan 0,203–12,039 m, sedangkan *cross fall* memerlukan penimbunan 0,086–19,037% dan pengupasan 0,233–16,510%. Segmen L6, L7, L8, T1, T8, T9, T10, dan T11 belum memiliki *safety berm*. Novelty penelitian terletak pada integrasi evaluasi kondisi aktual, karakteristik kendaraan desain, ketentuan teknis, dan pemodelan geometrik menjadi model perbaikan yang mencakup *plan view*, *long section*, dan *cross section*. Implikasi penelitian berupa tersedianya dasar teknis untuk menentukan kebutuhan dan prioritas perbaikan geometrik jalan angkut guna mendukung keselamatan dan efisiensi pengangkutan.

Kata kunci: geometri jalan angkut; kesesuaian kepmen; pemodelan geometrik

How to Cite: Muslianto, Abriansyah, dan Wa Ndibale. 2026. Analisis dan Pemodelan Geometri Jalan Angkut Dari Pit D2 ke Stockpile Efo PT Indonusa Arta Mulya Site Marombo Kecamatan Lasolo Kepulauan Kabupaten Konawe Utara. Jurnal Geomine, 14 (2): 74-87.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submit May 12, 2026

Received in from June 26, 2026

Accepted August 8, 2026

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



ABSTRACT

The 4,186.43-meter-long haul road connecting Pit C, Pit D1, and Pit D2 to the EFO Stockpile is the main transportation route for material haulage operations at PT Indonusa Arta Mulya. Some segments of the road still do not meet the geometric requirements set forth in the Decree of the Minister of Energy and Mineral Resources No. 1827 K/30/MEM/2018. This study aims to identify the actual geometric conditions of the haulage road and formulate a model for its geometric improvement. The method used is qualitative descriptive analysis through the integration of the road's actual conditions, design vehicle characteristics, technical specifications, and geometric modeling. Actual geometric data were measured, entered, tabulated, and analyzed for compliance with standards. The analysis results show that on straight sections, widening of 0.857–3.119 m is required, and on curves, 0.479–3.395 m. Segment T28 requires a curve radius adjustment of 0.257 m. Superelevation adjustments require cutting 0.056–1.648 m and adding 0.024–0.658 m. Grade adjustments require excavation of 0.203–12.039 m, while crossfall adjustments require embankment of 0.086–19.037% and excavation of 0.233–16.510%. Segments L6, L7, L8, T1, T8, T9, T10, and T11 do not yet have safety berms. The novelty of this research lies in the integration of an assessment of current conditions, vehicle design characteristics, technical specifications and geometric modelling into a rehabilitation model that includes plan views, longitudinal sections and cross-sections. The implications of this research are that it provides a technical basis for determining the requirements and priorities for geometric improvements to transport routes in order to support transport safety and efficiency.

Keywords: *transport route geometry; compliance with ministerial decrees; geometric modelling*

PENDAHULUAN

PT. Indonusa Arta Mulya (PT IAM), perusahaan tambang nikel laterit dengan Izin Usaha Pertambangan seluas 392,42 hektar di Desa Marombo, Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, mengelola tiga blok pit aktif (Pit C, Pit D1, dan Pit D2) yang materialnya diangkut melalui jaringan jalan sepanjang 4.186,43 meter menuju *stockpile* EFO. Kondisi geometrik jalan pada ruas tersebut masih bervariasi — sebagian segmen memerlukan penyesuaian akibat kemiringan yang terlalu tinggi, radius tikungan yang belum memenuhi persyaratan, dan lebar jalan yang belum memadai — sehingga berpotensi memengaruhi efisiensi pengangkutan dan keselamatan operasional, dan dievaluasi mengacu pada Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018.

Kajian terdahulu (Dzakir 2023; Ediyana dkk. 2023; Fitriani dkk. 2023; Gultom dkk. 2023; Sahrul dkk. 2023; Nanda 2021; Oktaviani dkk. 2021; Setiaji dan Hariyanto 2023) umumnya belum mengintegrasikan secara penuh kondisi aktual, karakteristik kendaraan desain, standar teknis, dan pemodelan perbaikan dalam satu alur analisis. *Research gap* penelitian ini terletak pada belum optimalnya integrasi evaluasi seluruh parameter geometrik dengan pemodelan desain perbaikan pada ruas Pit D2–Stockpile EFO. Novelty-nya adalah pendekatan integratif yang menghubungkan kondisi aktual jalan angkut (hasil survei GNSS Hi-Target), karakteristik kendaraan desain (Iveco 682 340, lebar 2,5 m), evaluasi Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018, dan pemodelan geometrik jalan secara tiga dimensi.

Kontribusi penelitian ini menghasilkan model desain geometrik (*plan view*, *long section*, dan *cross section*) yang mengintegrasikan kondisi aktual dan parameter desain sebagai dasar rekomendasi perbaikan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi aktual geometri jalan angkut dari Pit D2 menuju *stockpile* EFO, mengevaluasi kesesuaiannya terhadap Kepmen

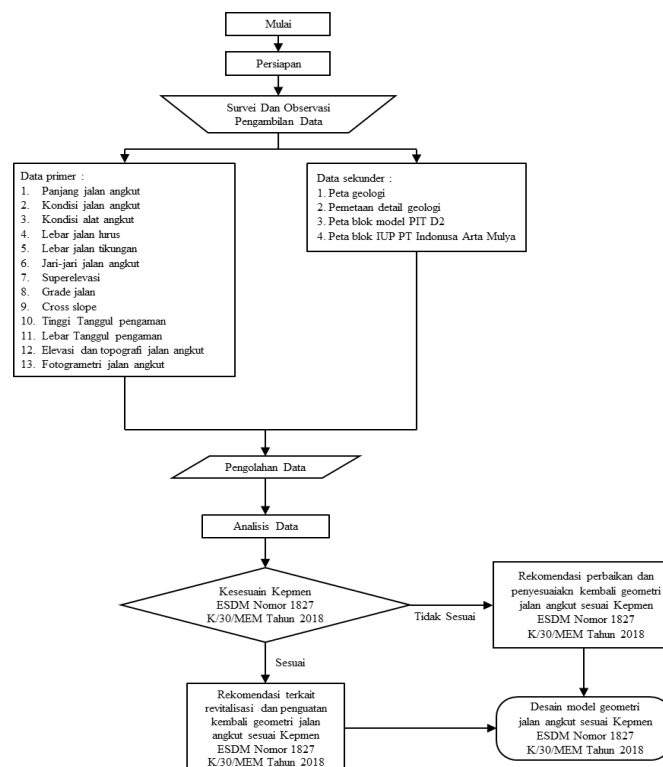
ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018, serta menghasilkan model desain geometrik sebagai dasar rekomendasi perbaikan pada segmen jalan yang belum memenuhi persyaratan teknis.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif: data dimensi geometrik jalan angkut aktual dientri, ditabulasi, dan dianalisis kesesuaiannya terhadap Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 untuk memperoleh standar minimal dan pola perbaikan. Data yang digunakan terdiri dari data kuantitatif (kondisi alat dan jalan angkut) dan data kualitatif (peta geologi, peta *boundary* blok model Pit D2, peta blok IUP PT IAM, spesifikasi alat angkut, foto udara jalan angkut), bersumber dari data primer (observasi dan pengukuran lapangan) dan data sekunder (studi literatur dan wawancara mendalam).

Data primer dikumpulkan melalui observasi inventaris kendaraan angkut serta pengukuran langsung jalan angkut menggunakan GNSS Hi-Target (metode terestris untuk koordinat X, Y, dan elevasi Z), setelah sebelumnya jalan didigitasi dari foto udara dan dibagi per segmen. Data hasil pengukuran diekspor ke format .csv, dikompilasi menjadi gambar topografi dan geometri menggunakan perangkat lunak desain 3D, lalu dioverlaykan dengan peta kerja per segmen; data sekunder (*shapefile boundary* blok model Pit D2 dan blok IUP PT IAM) diolah dengan cara serupa menggunakan software desain pemetaan.

Validasi data primer dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran GNSS terhadap interpretasi foto udara dan *ground check*, serta memeriksa ulang parameter geometrik (lebar jalan lurus dan tikungan, radius tikungan, superelevasi, *grade*, *cross slope*, *safety berm*) terhadap observasi lapangan. Validasi data sekunder dilakukan dengan mengecek kesesuaian sumber data terhadap dokumen teknis dan hasil wawancara. Hasil analisis kesesuaian geometrik selanjutnya divalidasi terhadap Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 sebagai dasar rekomendasi perbaikan dan pemodelan geometrik jalan angkut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN

Nanda (2021) mengevaluasi kesesuaian geometri jalan tambang berdasarkan AASHTO dan Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018; Oktaviani dkk. (2021) yang mengevaluasi kondisi aktual geometri jalan tambang; Dzakir (2023) yang menggabungkan evaluasi dan perancangan geometri hauling road; Ediyana dkk. (2023) dan Gultom dkk. (2023) yang menganalisis geometri jalan angkut pada pengangkutan overburden; Fitriani dkk. (2023) yang mengkaji geometri jalan angkut dari front ke disposal; Sahrul dkk. (2023) yang merancang geometri jalan tambang; serta Setiaji dan Hariyanto (2023) yang memanfaatkan data foto udara berdasarkan AASHTO dan Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 — penelitian-penelitian tersebut umumnya menganalisis geometri jalan berdasarkan standar teknis dan data spasial, namun belum mengintegrasikan survei GNSS, karakteristik kendaraan desain, dan pemodelan geometrik 3D sekaligus sebagai dasar rekomendasi perbaikan. Research gap inilah yang diisi oleh penelitian ini pada ruas Pit D2–Stockpile EFO PT Indonusa Arta Mulya.

Alat angkut yang digunakan berjenis dump truck dengan spesifikasi dan type tertentu seperti Hino 500 FM 280 JD dan Iveco 682 340. Selanjutnya PT. IAM juga berencana mengakuisisi jenis kendaraan tertentu seperti Mercedes Axor 2528 C. Hasil telaah data spesifikasi ketiga alat angkut tersebut memilih Iveco 682 340 sebagai acuan, dengan lebar total 2.500 mm (2,5 meter), untuk mengevaluasi jalan angkut sepanjang 4.186,43 meter yang membentang dari pit D2 hingga stockpile EFO.

Tabel 1. Spesifikasi Kendaraan Angkut Iveco 682 340.

Iveco 682 340					
Spesifikasi	Dimensi (mm)	Dimensi (°)	Tonase	Dimensi (%)	
Lebar alat angkut total	2.5				
Jarak as roda depan dengan bagian depan truk (ad)	1.435				
Jarak as roda belakang dengan bagian belakang truk (ab)	875				
Sudut penyimpangan roda depan		35			
Jarak antara poros depan dan belakang	4,675				
Jari-Jari ban	538				
Diameter ban	1.076				
Lebar tapak ban	315				
Beban angkutan			21		
Radius putar	8.202				
Lebar jejak ban depan (Fa)	2.006				
Lebar jejak ban belakang (Fb)	1.858				
Jarak antara jejak roda (mm)	1.87				
<i>Gredeability % @ 25 Ton GVM</i>					62.9

1. Lebar Jalan Lurus

Lebar jalan lurus minimal berdasarkan analisis evaluasi geometri jalan angkut sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM Tahun 2018 adalah sebagai berikut:

$$L = (n \times Wt) + (n + 1)(0.5 \times Wt)$$

$$L = (2 \times 2,5) + (2 + 1)(0,5 \times 2,5) = 8,750 \text{ m} = 9 \text{ m}$$

Dimana:

L : Lebar minimal jalan lurus (m)

n : Jumlah lajur

= 2

Wt : Lebar alat angkut total (m)

= 2,5 m

Berdasarkan kesesuaian kondisi aktual terhadap lebar minimal, jalan tersebut secara umum telah memenuhi persyaratan. Namun, jika dibandingkan dengan rencana perusahaan yang menetapkan lebar minimal jalan sebesar 13 meter, terdapat tiga segmen jalan yang tidak sesuai, yaitu segmen L8 panjangnya kurang 0.857 meter, segmen L10 panjangnya kurang 3.119 meter dan segmen L11 panjangnya kurang 1.559 meter.

Tabel 2. Lebar Jalan Lurus.

No	Segmen	Lebar Aktual (m)	Nilai Minimum (m)	Nilai Maksimum (m)	Nilai Desain (m)	Keterangan
1	L1	20.634	9	15	13	Sesuai
2	L2	13.644	9	15	13	Sesuai
3	L3	15.654	9	15	13	Sesuai
...	...	...	...	...	...	...
8	L8	12.144	9	15	13	Tidak Sesuai
...	...	...	...	...	...	...
33	L33	19.866	9	15	13	Sesuai

2. Lebar Jalan Tikungan

Lebar jalan tikungan minimal berdasarkan analisis evaluasi geometri jalan angkut sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM Tahun 2018 adalah sebagai berikut :

$$W = n (U + Fa + Fb + Z) + C$$

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

$$Fa = Ad \times \sin \alpha$$

$$Fb = Ab \times \sin a$$

$$Fa = 1.435 \times \sin 35 = 818$$

$$Fb = 875 \times \sin 35 = 499$$

$$C = Z = \frac{1}{2} (1.870 + 818 + 499) = 1.593$$

$$W = 2 (1.870 + 818 + 499 + 1.593) + 1.593 = 12.746,80 \text{ mm atau } 13 \text{ meter}$$

Dimana :

Ad : Jarak as roda depan dengan bagian depan truk (mm) = 1.435 mm

Ab : Jarak as roda belakang dengan bagian belakang truk (mm) = 875 mm

C : Jarak antara dua truk yang akan bersimpangan (mm) = 1.593 mm

Z : Jarak sisi luar truk ke tepi jalan (mm) = 1.593 mm

α : Sudut penyimpangan roda depan = 35 0

Fa : Lebar jejak roda depan (mm) = 818 mm

Fb : Lebar jejak roda belakang (mm) = 499 mm

U : Jarak antara jejak roda (mm) = 1.870 mm

a : radius sudut putar/sudut penyimpangan (0) = 35 0

n : jumlah lajur = 2

Berdasarkan kesesuaian kondisi aktual terhadap lebar minimal tikungan jalan tersebut secara umum telah memenuhi persyaratan. Namun, jika dibandingkan dengan rencana perusahaan yang menetapkan lebar minimal jalan sebesar 13 meter terdapat 7 segmen jalan yang tidak bersesuaian yakni segmen T1 panjangnya kurang 3.395 meter, segmen T2

panjangnya kurang 1.338 meter dan segmen T10 panjangnya kurang 3.135 meter, segmen T13 panjangnya kurang 1.425 meter.

Tabel 3. Lebar Jalan Tikungan.

No	Segmen	Lebar Aktual (m)	Nilai Minimum (m)	Nilai Maksimum (m)	Nilai Desain (m)	Keterangan
1	T1	9.605	13	15	13	Tidak Sesuai
2	T2	11.662	13	15	13	Tidak Sesuai
3	T3	13.163	13	15	13	Sesuai
...	...	...	...	...	...	...
10	T10	9.865	13	15	13	Tidak Sesuai
...	...	...	...	...	...	...
37	T37	17.016	13	15	13	Sesuai

3. R (Jari-jari) tikungan

Sudut tikungan minimal berdasarkan analisis evaluasi geometri jalan angkut sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM Tahun 2018 adalah sebagai berikut:

$$R = W / \sin \alpha$$

$$R = 4.675 / \sin 35^\circ = 8.151 \text{ mm atau } 8,15 \text{ Meter}$$

Dimana :

R : Jari-jari tikungan (mm)

W : Jarak antara poros depan dan belakang (mm) = 4.675 mm

α : radius sudut putar/sudut penyimpangan ($^\circ$) = 35 $^\circ$

Ketidaksesuaian dengan kondisi aktual terdapat pada segmen T29 dimana panjangnya kurang 0.257 meter.

Tabel 3. R (Jari-Jari) Tikungan.

No	Segmen	Radius Aktual (m)	Nilai Minimum (m)	Nilai Maksimum (m)	Nilai Desain (m)	Keterangan
1	T1	42.815	8.150	42.815	42.815	Sesuai
2	T2	56.735	8.150	56.735	56.735	Sesuai
3	T3	58.950	8.150	58.950	58.950	Sesuai
...	...	...	...	...	...	...
29	T29	7.894	8.150	9.000	9.000	Tidak Sesuai
...	...	...	...	...	...	...
37	T37	82.683	8.150	82.683	82.683	Sesuai

4. Superelevasi

Nilai superelevasi minimal berdasarkan analisis evaluasi geometri jalan angkut sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM Tahun 2018 jika besar radius tikungannya sebesar 8.151 mm adalah sebagai berikut :

$$e + f = V^2 / 127 \times R$$

$$e + 0,23 = 40^2 / 127 \times 8,151 = 1,32 \text{ m}$$

Dimana:

e : Superelevasi (m)

V : Kecepatan rencana alat angkut dalam desain jalan = 40 km/jam

f : Faktor gesekan (40 km/jam AASHTO) = 0,23

R : Radius tikungan (m) = 8,151

**** : –** (nilai minus) mengindikasikan tidak diperlukan adanya rekayasa superelevasi/jalannya dalam kondisi datar.

Pihak perusahaan menetapkan nilai superelevasi tetap sebesar 6% dengan merujuk pada standar AASHTO. Keputusan ini diambil atas dasar pertimbangan teknis, di mana peningkatan nilai superelevasi tersebut dinilai dapat meningkatkan faktor keselamatan operasional, khususnya dalam mendukung kelancaran manuver kendaraan pada kecepatan antara 20 hingga 80 km/jam, meskipun batas kecepatan operasional yang diperbolehkan hanya sampai 30 km/jam. Ketidaksesuaian antara superelevasi minimum dengan kondisi aktual terdapat pada segmen T37 dengan nilai -12.92% menjadi nilai dengan selisih superelevasi tertinggi dan T33 dengan nilai 6.92% menjadi nilai dengan selisih superelevasi terendah. Ketidaksesuaian juga terlihat pada superelevasi minimal yang dikeluarkan oleh AASHTO yang menjadi rujukan pihak perusahaan sebesar 6% yakni segmen T33 dengan nilai -13.02% menjadi nilai dengan selisih superelevasi tertinggi dan T6 dengan nilai 7.30% menjadi nilai dengan selisih superelevasi terendah.

Tabel 4. Superelevasi.

No	Segmen	Superelevasi Aktual (%)	Nilai Minimum (%)	Nilai Maksimum (%)	Nilai Desain (%)	Keterangan
1	T1	-2.730	0.064	6	6	Tidak Sesuai
2	T2	-2.385	-0.008	6	6	Tidak Sesuai
3	T3	4.175	-0.016	6	6	Sesuai
...	...	...	...	...	...	...
11	T11	-0.272	0.234	6	6	Tidak Sesuai
...	...	...	...	...	...	...
37	T37	12.840	-0.078	6	6	Tidak Sesuai

5. Grade Jalan

Nilai grade jalan berdasarkan analisis evaluasi geometri jalan angkut sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM Tahun 2018 adalah sebagai berikut :

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

$$\text{Grade } (a) = (458,86 / 4.236,84) \times 100 \% = 10,83 \%$$

Dimana :

$$\Delta h : \text{Beda tinggi antara dua titik yang diukur} = 458,86 \text{ m}$$

$$\Delta x : \text{Jarak datar antara dua titik yang diukur} = 4.236,84 \text{ m}$$

Ketidaksesuaian paling mencolok terjadi pada segmen jalan T25 yang memiliki nilai grade sebesar 24,039%, dengan selisih sebesar 12,039% terhadap nilai ambang batas. Sebaliknya, ketidaksesuaian terkecil terdapat pada segmen L17 dengan nilai grade sebesar 12,203%, atau selisih sebesar 0,203%.

Tabel 5. Grade Jalan

No	Segmen	Grade Aktual (m)	Nilai Minimum (%)	Nilai Maksimum (%)	Nilai Desain (%)	Keterangan
1	L1	0.293	12	20	12	Sesuai
2	L2	5.976	12	20	12	Sesuai
3	L3	1.527	12	20	12	Sesuai
...	...	...	...	...	...	...
23	L23	22.902	12	20	12	Tidak Sesuai
...	...	...	...	...	...	...

70	T37	17.831	12	20	12	Tidak Sesuai
----	-----	--------	----	----	----	--------------

6. Cross Fall/Slope

Nilai cross fall berdasarkan nilai ambang batas sesuai dengan persyaratan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM Tahun 2018 adalah sekitar 2 %. Sehingga setiap segmen jalan di analisis dengan membandingkan nilai 2 % melalui persamaan dibawah ini.

$$P = \frac{1}{2} \times L$$

$$q = p \times 40 \text{ mm/m (angka cross slope)}$$

Dimana :

P : jarak horizontal (m)

q : jarak vertical (mm)

L : Lebar jalan (m)

Ketidaksesuaian dengan kondisi aktual terdapat pada segmen L32 lajur kanan dengan selisih penambahan tertinggi 15.276% dan L16 lajur kiri dengan selisih pengurangan tertinggi sebesar -19.037%.

Tabel 5. Cross Fall/Slope.

No	Segmen	Cross Slope Aktual		Nilai Minimum (%)	Nilai Maksimum (%)	Nilai Desain (%)	Keterangan
		Jalur Kanan (%)	Jalur Kiri (%)				
1	L1	-2.183	-3.945	2	2	2	Tidak Sesuai
2	L2	2.374	-4.644	2	2	2	Tidak Sesuai
3	L3	-8.831	4.406	2	2	2	Tidak Sesuai
...	...	...	...	...	...	...	...
15	L15	2.427	6.536	2	2	2	Sesuai
...	...	...	...	...	...	...	...
33	L33	-2.248	2.086	2	2	2	Tidak Sesuai

7. Safety Berm

Nilai safety berm jalan berdasarkan analisis evaluasi geometri jalan angkut sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM Tahun 2018 adalah sebagai berikut:

$$T_p = \frac{3}{4} \times \ominus \text{ (lingkaran roda terbesar)}$$

$$L_p = 2 \times \boxplus \text{ (lebar tapak ban terbesar)}$$

$$T_p = \frac{3}{4} \times 1.076 = 807 \text{ cm}$$

$$L_p = 2 \times 315 = 630 \text{ cm}$$

Dimana :

T_p : Tinggi tanggul pengaman/safety berm (cm)

L_p : Lebar tanggul pengaman/safety berm (cm)

⊖ : Diameter lingkaran roda terbesar (cm) = 1.076 cm

⊕ : Lebar tapak ban terbesar (cm) = 315 cm

Pada lebar tanggul safety berm ketidaksesuaian dengan kondisi aktual terdapat pada segmen L6, L7, L8, T1, T8, T9, T10, T11 safety berm kiri yang tidak memiliki fasilitas sama sekali.

Tabel 6. Lebar Safety Berm.

No	Segmen	Lebar Aktual Safety Berm		Nilai Minimum (m)	Nilai Maksimum (m)	Nilai Desain (m)	Keterangan
		Kanan (m)	Kiri (m)				

1	L1	1.430	0.828	0.807	1	1	Sesuai
2	L2	1.929	1.051	0.807	1	1	Sesuai
3	L3	1.893	0.857	0.807	1	1	Sesuai
...	...	...	...	...	...	...	...
8	L8	1.745	0.000	0.807	1	1	Tidak Sesuai
...	...	...	...	...	...	...	...
70	T37	1.344	0.931	0.807	1	1	Sesuai

Sedangkan pada tinggi tanggul safety berm ketidaksesuaian dengan kondisi aktual terdapat pada segmen L6, L7, L8, T1, T8, T9, T10, T11 safety berm kiri yang tidak memiliki fasilitas sama sekali.

Tabel 7. Tinggi *Safety Berm*.

No	Segmen	Tinggi Aktual <i>Safety Berm</i>		Nilai Minimum (m)	Nilai Maksimum (m)	Nilai Desain (m)	Keterangan
		Kanan (m)	Kiri (m)				
1	L1	0.242	-0.048	0.630	1	1	Sesuai
2	L2	0.889	0.511	0.630	1	1	Sesuai
3	L3	0.237	-0.108	0.630	1	1	Sesuai
..	...	...	...	...	...	...	...
8	L8	0.692	0.000	0.630	1	1	Tidak Sesuai
..	...	...	...	...	...	...	...
70	T37	0.161	0.067	0.630	1	1	Sesuai

8. Geometri Jenjang

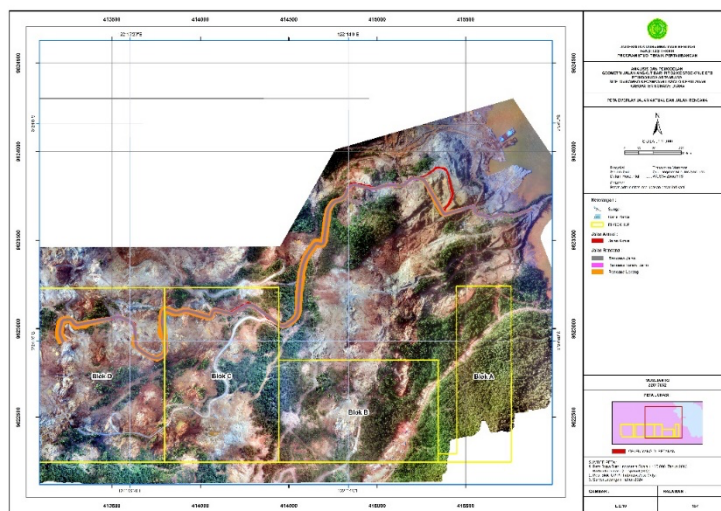
Hasil analisis geoteknik yang dilakukan oleh PT IAM menetapkan bahwa geometri jenjang pada lereng jalan angkut mewajibkan tinggi bench ≤ 7 meter dengan sudut kemiringan sebesar 550 atau 143%, serta lebar berm ≤ 2 meter dengan sudut kemiringan sebesar 20 atau 3,5%. Ketentuan ini dijadikan acuan dalam perancangan geometri jalan angkut guna memastikan faktor keselamatan terpenuhi serta mengoptimalkan efisiensi biaya operasional.

9. Model Rancangan Desain Jalan Angkut

Hasil analisis data lapangan menghasilkan dimensi geometrik jalan aktual yang selanjutnya dievaluasi kesesuaiannya berdasarkan parameter yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018. Penilaian dilakukan dengan mengacu pada kendaraan berdimensi terbesar yang akan melintasi jalan tersebut, yaitu truck Iveco tipe 682 340. Dari hasil evaluasi tersebut diperoleh nilai-nilai geometri acuan yang digunakan sebagai dasar dalam merancang jalan angkut sepanjang 4.186,43 meter dari pit D2 sampai dengan stockpile EFO, sehingga desain yang dihasilkan memenuhi parameter minimal sebagaimana dipersyaratkan dalam Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018.

Tabel 8. Nilai Geometri Acuan Rancang Desain Jalan Angkut

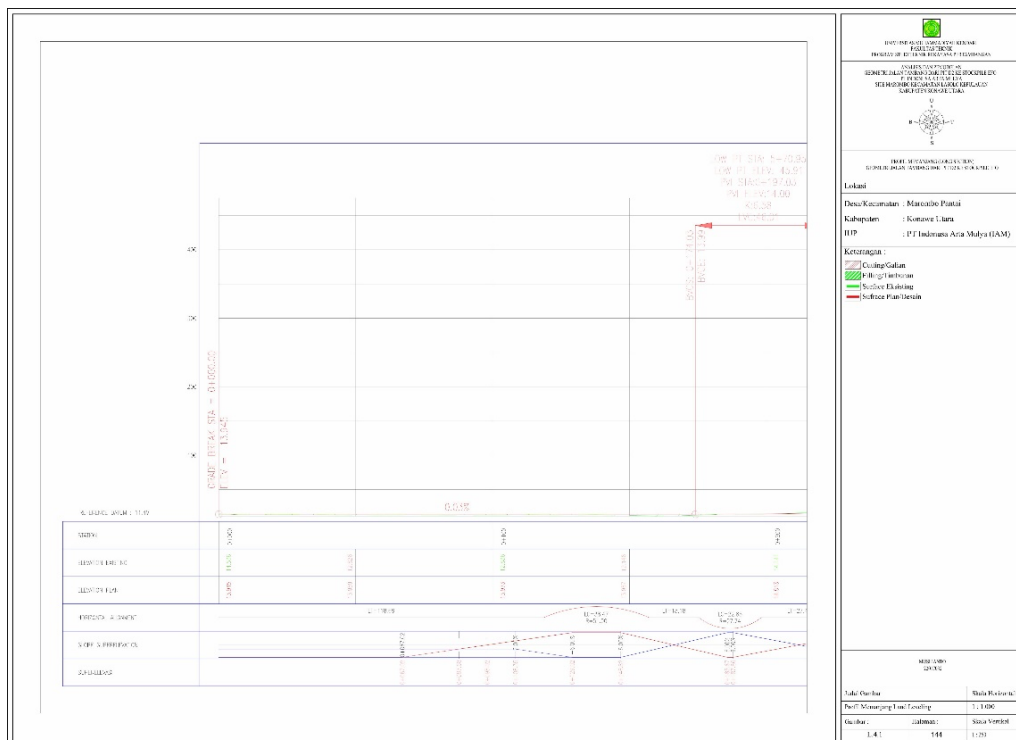
No	Indikator	Nilai Minimum (Analisa)	Satuan	Nilai Maksimum (Perusahaan)	Satuan	Nilai Desain	Satuan
1	Lebar Jalan Lurus	9	m	15	Meter	13	m
2	Lebar Tikunngan	13	m	15	Meter	13	m
3	R Tikungan Terendah	$\geq 8,15$	m	-		≥ 9	m
4	Superelevasi pada R terendah jalan (9) Meter	1,34 14	m %	0,54 6	Meter %	0,54 6	m %
5	Grade Jalan	12	%	20	% (Pada 25 Ton GVM)	12	%
6	Cross slope	2	%	2	%	2	%
7	Safety berm						
	Lebar	807	cm	1.000	cm	1.000	cm
	Tinggi	630	cm	1.000	cm	1.000	cm
8	Separator						
	Lebar	538	cm	1.000	cm	1.000	cm
	Tinggi	630	cm	1.000	cm	1.000	cm
9	Geometri jenjang lereng						
	bench	-	m	≤ 7	m	≤ 7	m
	berm	-	m	≤ 2	m	≤ 2	m
	sudur kemiringan bench	-	%	143	%	143	%
	sudut kemiringan berm	-	%	3,5	%	3,5	%



Gambar 2. Overlay Peta Geometri Jalan Aktual dan Jalan Desain



Gambar 3. Model Desain (*View Plan*) Geometri Jalan Angkut



Gambar 4. Model Desain *Long Section* Jalan Angkut

Dalam penelitian ini, analisis *run off* belum dimasukkan sebagai acuan dalam penilaian dan pemodelan jaringan drainase, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk menyempurnakan aspek tersebut. Selain itu, penelitian ini juga belum memasukkan analisis mekanika tanah terhadap material penyusun badan jalan, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut guna melengkapi hasil penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga atas dukungan moral dan material, kepada Universitas Muhammadiyah Kendari beserta Pembimbing I (Wa Ndibale, ST., M.Si.) dan Pembimbing II (Ir. Abriansyah, S.Si., M.T.) atas bimbingan dan arahan dalam penyusunan penelitian, serta kepada PT Indonusa Arta Mulya beserta jajaran direksi, KTT, dan seluruh tim survei, HSE, dan administrasi yang telah membantu proses pengambilan data di lapangan.

PUSTAKA

- American Association of state highway and transportation officials (AASHTO). 2018. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 7 Edition. Washington DC. Amerika Serikat.
- Dzakir, La Ode. 2023. Evaluasi Dan Rancangan Geometri Hauling Roads Pada Lokasi Penambangan Aspal. Indonesian Mining Professionals Journal Volume 5. Nomor 1 : 30 - 33
- Ediyana, I Komang. Nurhakim. Hakim, Romla Noor. 2023. Analisis Geometri Jalan Angkut Tambang Pada Kegiatan Pengangkutan Material Tanah Penutup (Overburden) Pada Tambang Batubara PT Saptaindra Sejati Job Site Boro. Jurnal Himasapta. Volume 4. Nomor. 1 : 50 - 53
- Fitriani, A. Jannah, R. Wiratama, J. 2023. Kajian Geometri Jalan Angkut Tambang Dari Front Ke Disposil Pada PT X. Jurnal Pertambangan. Volume 7. Nomor 2 : 78 - 83
- Gultom, Mangiring. Tambun, Bungaran. Tambun, Yunita. 2023. Analisa Geometri Jalan Angkut Produksi Overburden pada pit utara PT. Citra alam Sentosa Mandiri Di Kecamatan Muara Jawa Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal teknologi informasi dan industri. Volume 3. Nomor 1 : 99 – 104
- Hartman, Howard L. 1992. SME Mining Engineering Handbook. Volume II. Edition 2. Society for Mining, Metallurgy and Exploration inc. Littleton. Colorado.
- Indonesianto, Y. 2008. Pemindahan Tanah Mekanis, Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Yogyakarta. ISBN : 978-602-820607-5.
- Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor : 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik.
- Nanda, Muhammad Dwi. 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. Journal Riset Teknik Pertambangan. Volume 1. Nomor 2 : 108 - 115
- Oktaviani, Selvira. Pitulima, Janiar. Oktarianty, Haslen. 2021. Evaluasi Geometri Jalan Tambang Di PT Vitrama Properti Desa Air Mesu Kabupaten Bangka Tengah. Jurnal Pertambangan. Volume 6. Nomor 2 : 19 - 24
- Sahrul. Nurfasiha. Faisal Jamaluddin. 2023. Perancangan Geometri Jalan Tambang Pada PT. Aneka Nusantara Internasional Di Kecamatan Bunta Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah. Indonesian Mining Professionals Journal. Volume 5. Nomor 1 : 22 - 26

- Setiaji, Wahyu Soleh. Hariyanto, Teguh. 2023. Kajian Geometri Jalan Tambang Berdasarkan Teori AASHTO dan KepMen ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 Pada Area Pertambangan Menggunakan Data Foto Udara (Studi Kasus : Sanga – Sanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur). Jurnal Geodesy dan Geomatika. Volume 19. Nomor 1 : 10 – 17
- Sukirman, Silvia (1999). Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Nova. Bandung. ISBN : 979-95847-0-1.
- Suwandhi, Awang, (2004). Perencanaan Jalan Tambang. Diktat Perencanaan Tambang Terbuka, Jurusan Teknik Pertambangan UNISBA. Bandung.