# ANALISIS GEOMETRI JALAN TAMBANG PADA PENAMBANGAN BATU GRANIT CV. MITRA ANUGERAH PENIRAMAN KABUPATEN MEMPAWAH PROVINSI KALIMANTAN BARAT

**Daniel Simanjuntak[1)], Azwa Nirmala[2)], Ricka Aprillia[3)]**

[1)]Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak
[2,3)]Dosen Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak
*Email: danielchemie10@gmail.com*

## ABSTRAK

Kondisi geometri jalan eksisting pada kegiatan survei awal di CV. Mitra Anugerah Peniraman masih terlalu sempit dan menanjak di beberapa bagian. Untuk itu perlu dilakukan kajian mengenai kondisi geometri jalan angkut dan memberikan rekomendasi sesuai standar AASHTO. Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana data primer diperoleh dari pengukuran menggunakan total station untuk mendapatkan data geometri jalan angkut dan data sekunder berupa data alat angkut dan alat muat, setelah itu dilakukan analisis sesuai standar AASHTO untuk menghitung nilai rekomendasi pada lebar jalan lurus dan tikungan, kemiringan jalan, superelevasi, kemiringan melintang, dan dimensi drainase yang dibutuhkan. Pada hasil analisis, terdapat koreksi pada keseluruhan geometri jalan tambang dan rekomendasi pada lebar jalan lurus dan tikungan, kemiringan jalan, superelevasi, kemiringan melintang. Hasil pengamatan di lapangan, terdapat geometri jalan yang belum memenuhi standar, dimana seluruh segmen lebar jalan lurus perlu dilebarkan sebesar 1,985 m – 3,025 m, seluruh segmen lebar jalan tikungan perlu dilebarkan sebesar 0,65 m – 4,1 m, grade jalan diperbaiki sebesar 7,5 % - 8 %, superelevasi 4 %, cross slope 2 % - 4 %, volume fill 10021.7m3 dan volume cut 9089,22 m3. Untuk dimensi drainase, tidak perlu dilakukan koreksi karena dimensi eksisting sudah dapat menampung debit limpasan yang ada.

***Kata kunci:*** *Cross Slope, Drainase, Geometri, Grade, Superelevasi*

## ABSTRACT

*The geometry conditions of the road existed on the initial survey in the CV. Mitra Anugerah Peniraman are still too narrow and climbing in some parts. Necessary to study the conditions of the geometry of the carriage road and make recommendations in accordance with the AASHTO standards. This study using a quantitative method where primary data obtained from using total station to obtain geometric data of the hauling road and secondary data such as dumptruck and excavator spesification, after which an analysis is carried out according to the standards of AASTHO to calculate the recommended values on the width of straight road and curves, grade, superelevation, cross slope, and existing drainage dimensions required. As a result of field observations, entire segment of the straight road width needs to be spread by 1,985 m – 3,025 m, the entire segment of the curved road wide need to be scattered by 0.65 m – 4.1 m, road grade repaired by 7.5% - 8%, superelevation 4%, cross slope 2% - 4%, fill volume 10021.7m3 and cut volume 9089.22 m3. For existing drainage dimensions, no correction is needed because existing dimensions can already accommodate existing leakage.*

***Keywords:*** *Cross Slope, Drainage, Geometry, Grade, Superelevation*

## 1. PENDAHULUAN

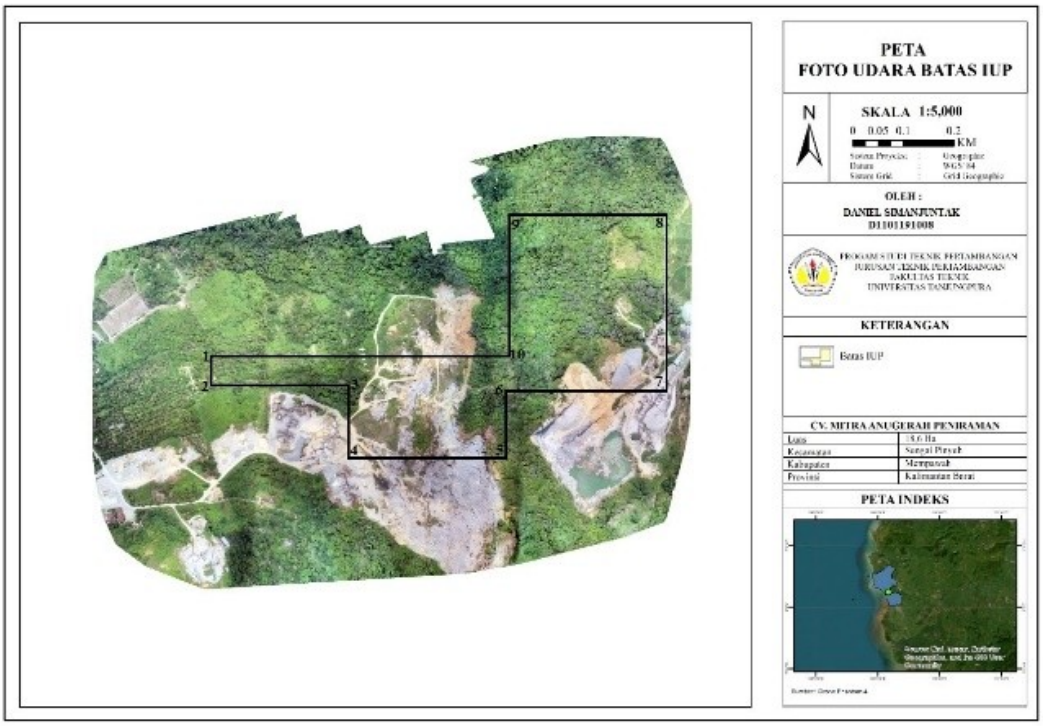
Menurut Awang Suwandhi (2004), setiap operasi penambangan memerlukan jalan sebagai sarana infrastruktur yang vital dalam operasional penambangan. Mengingat pentingnya jalan tambang, maka diperlukan perencanaan jalan secara matang sebelum kegiatan pertambangan dilakukan. Salah satu kegiatan penambangan yang dapat mempengaruhi produksi adalah proses pengangkutan (hauling).

CV. Mitra Anugerah Peniraman sendiri sudah memiliki jalan eksisting. Pada pengamatan langsung di lapangan, diketahui kondisi jalan eksisting masih terlalu sempit dan menanjak di beberapa bagian. Kondisi seperti ini memerlukan adanya evaluasi.

Pada penelitian ini, penulis menganalisis geometri jalan tambang dengan metode AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) yang meliputi lebar jalan, jari-jari tikungan, kemiringan jalan (grade) superelevasi, dan cross slope. Penelitian ini berfokus untuk mengetahui geometri eksisting dan merekomendasikan jalan tambang yang sesuai dengan standar AASTHO untuk jalan yang belum sesuai dengan standar, dan sekaligus mengevaluasi kondisi eksisting drainase yang ada.

## 2. METODOLOGI

Lokasi daerah penelitian secara administrasi berada di Desa Peniraman Kecamatan Sungai Pinyuh Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Baratyang dapat ditempuh dengan waktu kurang lebih 1,5 jam dari kota Pontianak.




**Gambar 1. Peta Batas IUP Lokasi Penelitian**

## American Association Of State Highway And Transportation Officials

American Association Of State Highway And Transportation Officials (AASHTO) merupakan salah satu organisasi yang menerbitkan spesifikasi, uji protokol, dan pedoman yang digunankan dalam desain jalan dan konstruksi di seluruh Amerika Serikat. Selain itu, penggunaan standar ini sudah umum dilakukan dalam lingkup internasional dalam pembuatan jalan, baik itu jalan raya maupun jalan pertambangan.

## Lebar Jalan Angkut

### *Lebar Jalan pada Keadaan Lurus*

Jika lebar kendaraan dan jumlah lajur yang direncanakan masing masing adalah Wt dan n, maka lebar jalan angkut pada jalan lurus dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Lmin = n .Wt+(n+1)\ (1/2\ \ Wt) \qquad (1)$$

Dimana:

Lmin = Lebar jalan angkut minimum (m)

n = Jumlah lajur

Wt= Lebar jalan angkut (m)

### *Lebar Jalan pada Keadaan Tikungan*

Lebar jalan angkut pada tikungan menurut AASTHO harus lebih besar daripada lebar jalan lurus. Hal ini terjadi karena pada belokan terjadi pelebaran jalan yang sangat tergantung dari jari-jari tikungan, sudut belokan dan kecepatan dari alat angkut. Lebar jalan dengan kondisi tersebut dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Wmin\ =2\ (U+Fa+Fb+Z)+C \qquad (2)$$

$$Z\ \ \ \ = ((U+Fa+Fb))/2 \qquad (3)$$

Dimana:

W = Lebar jalan angkut pada tikungan (m)

N = Jumlah jalur

Fa = Lebar juntai (over hang) depan (m)

Fb = Lebar juntai (over hang) belakang (m)

U= Lebar jejak roda (center to center tyre) (m)

C= Jarak antara dua dumptruck yang akan bersimpangan (m)

**Kemiringan Jalan (Grade)**

Grade (kemiringan) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Grade}=\Delta h/\Delta x \times 100\% \qquad (4)$$

Dimana:

$\Delta h$ = Beda tinggi antara dua titik yang diukur (m)

$\Delta x$= Jarak datar antara dua titik yang diukur (m)

**Superelevasi**

Superelevasi berhubungan erat dengan jari-jari belokan, kecepatan kendaraan dan perubahan kecepatan. Perhitungan superelevasi ini menggunakan rumus:

$$E=\frac{v^2}{127\,R}-f \qquad (5)$$

Dimana:

E = Superelevasi (mm/m)

R= Jari-jari belokan (m)

f = Kooefisien gesek pada tikungan

v = Kecepatan alat angkut pada (km/jam)

**Cross slope**

Untuk menentukan nilai cross slope, digunakan rumus:

$$\alpha=\frac{b}{a} \qquad (6)$$

Dimana:

α = Cross slope (mm/m)

b = Tinggi vertikal (m)

a= Jarak horizontal (m)

**Drainase**

***Curah Hujan Harian***

Curah hujan harian adalah hujan yang terjadi dan tercatat pada stasiun pengamatan curah hujan setiap hari (selama 24 jam). Pengolahan data curah hujan dilakukan dengan menggunakan persamaan Gumbel dimana dalam persamaan ini menggunakan rata-rata curah hujan, nilai simpangan baku, dan faktor frekuensi dari data curah hujan. Nilai simpangan baku (standar deviasi) didapatkan dengan menggunakan persamaan:

$$Sd = \sqrt{\frac{\Sigma_{i=1}\left(xi - \bar{x}\right)^2}{n-1}} \qquad (7)$$

Dimana :

Sd= Standar Deviasi

Xi = Curah hujan rata-rata

$\bar{x}$= Rata-rata curah hujan

n = Jumlah data

***Intensitas Curah Hujan***

Perhitungan dihitung dengan persamaan mononobe dengan parameter durasi hujan per hari dan curah hujan maksimum sebagai berikut:

$$I = \frac{R24}{24} x \left(\frac{24}{Tc}\right)^{2/3} \qquad (8)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R24 = Curah hujan rencana (mm/hari)

tc = Waktu konsentrasi (jam)

***Debit Air Limpasan***

Air limpasan dipengaruhi oleh curah hujan dan bentuk fisik dari daerah pengaliran. Bentuk umum persamaan rasional yang digunakan untuk menghitung debit limpasan adalah sebagai berikut :

$$Q = 0{,}278\, C\,.\,I\,.\,A \qquad (9)$$

Dimana:

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas catchment area (km2)

***Saluran Penyaliran***

Dimensi saluran ditentukan melalui perkalian antara luas penampang basah (A) dengan kecepatan pengaliran (V). Kecepatan pengaliran didapat menggunakan rumus manning yang menggunakan nilai koefisien berdasarkan jenis material yang digunakan pada drainase. Rumus-rumus saluran penyaliran dapat dilihat pada persamaan di bawah,

$$V = \frac{1}{n} x\, R^{2/3} x\, s^{1/2} \qquad (10)$$

$$Q = A\,.\,V \qquad (11)$$

Dimana:

Q = Debit saluran penyaliran (m3 /detik)

A = Luas penampang basah ($m2$ )

V = Kecepatan pengaliran (m/detik)

N= Koefisien manning

R= Jari-jari hidrolis (m2)

S= Kemiringan drainase (%)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kajian Teknis Alat Angkut

#### 1. Lebar jalan angkut pada kondisi lurus dan tikungan

Hasil pengukuran aktual lebar jalan lurus di lapangan dan hasil rekomendasi dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1.**Hasil Perhitungan pada Jalan Lurus

| No | Stasiun | Lebar Aktual (m) | Lebar Minimum (m) | Lebar Koreksi (m) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0+000 | 4 | 6.125 | 2,125 |
| 2 | 0+050 | 4.5 | 6.125 | 1,625 |
| 3 | 0+075 | 4.1 | 6.125 | 2,025 |
| 4 | 0+100 | 4.1 | 6.125 | 2,025 |
| 5 | 0+175 | 3.8 | 6.125 | 2,325 |
| 6 | 0+200 | 3.9 | 6.125 | 2,225 |
| 7 | 0+250 | 3.5 | 6.125 | 2,625 |
| 8 | 0+325 | 3.6 | 6.125 | 2,525 |
| 9 | 0+350 | 3.15 | 6.125 | 2,975 |
| 10 | 0+370 | 3.2 | 6.125 | 2,925 |
| 11 | 0+000 | 3.62 | 6.125 | 2,505 |
| 12 | 0+025 | 3.8 | 6.125 | 2,325 |
| 13 | 0+050 | 3.8 | 6.125 | 2,325 |
| 14 | 0+070 | 3.5 | 6.125 | 2,625 |

Dari tabel diatas, semua segmen jalan lurus yang masih belum memenuhi standar lebar jalan AASTHO dan harus dilakukan perbaikan. Untuk memperbaiki masalah tersebut, dapat dilakukan pelebaran dengan menambah lebar jalan di tiap sisi jalan sesuai dengan lebar yang dibutuhkan.

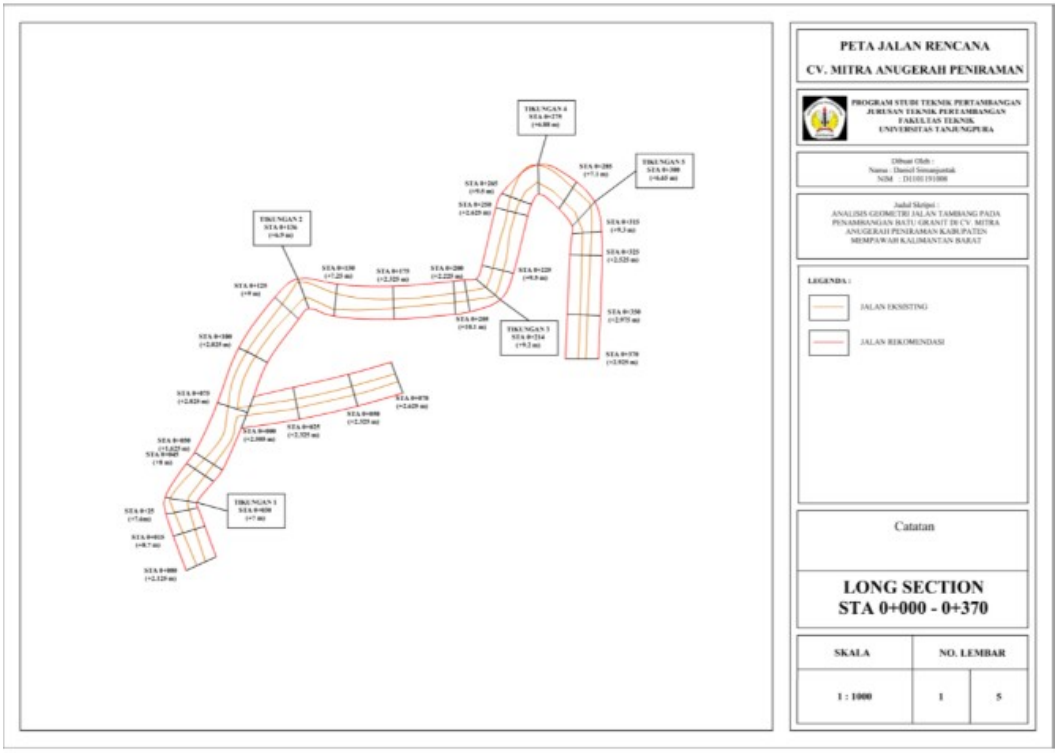
Untuk hasil perhitungan dan perbaikan lebar jalan pada tikungan dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Perhitungan pada Jalan Tikungan**

| Sta | Lebar Aktual (m) | Lebar Minimum (m) | Lebar Koreksi (m) |
|---|---|---|---|
| 0+015 | 5.3 | 14 | + 8.7 |
| 0+030 | 7 | 14 | + 7.0 |
| 0+045 | 6 | 14 | + 8.0 |
| 0+125 | 5 | 14 | + 9.0 |
| 0+136 | 7.1 | 14 | + 6.9 |
| 0+150 | 6.75 | 14 | + 7.25 |
| 0+205 | 3.9 | 14 | + 10.1 |
| 0+214 | 4.8 | 14 | + 9.2 |
| 0+225 | 4.5 | 14 | + 9.5 |
| 0+265 | 4.5 | 14 | + 9.5 |
| 0+275 | 7.12 | 14 | + 6.88 |
| 0+285 | 6.9 | 14 | + 7.1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0+300 | 7.35 | 14 | + 6.65 |
| 0+315 | 4.7 | 14 | + 9.3 |

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa semua tikungan yang berada di lokasi penelitian masih belum memenuhi standar lebar jalan tikungan AASTHO dan perlu dilakukan perbaikan. Untuk kondisi jalan eksisting dan koreksi dapat dilihat pada gambar 2.




**Gambar 2. Jalan CV. Mitra Anugerah Peniraman**

## 2. Kemiringan Jalan Angkut Minimum

Contoh Perhitungan STA 0+000 dan STA 0+015:

Δh = Elevasi STA 0+015 – Elevasi STA 0+000

Δh = 15,967- 16,12

Δh = -0,153 m

Δx = Jarak STA 0+000 ke STA 0+015

Δx = 15 m

Grade = -1,02%

**Tabel 3. Perhitungan Kemiringan Jalan Angkut**

| Sta | Elevasi | Beda Tinggi | Grade (%) | Elevasi Koreksi (m) | Beda Tinggi Koreksi (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 33.951 | | | 33.951 | |
| | | -0.615 | -4.100 | | 1.199 |
| 15 | 33.336 | | | 35.150 | |
| | | -0.095 | -0.636 | | 1.200 |
| 30 | 33.241 | | | 36.350 | |
| | | -0.389 | -2.591 | | 1.200 |
| 45 | 32.852 | | | 37.550 | |
| | | 0.685 | 13.708 | | 0.400 |
| . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 325 | 69.914 | | | 59.950 | |
| | | -0.701 | -2.803 | | 2.000 |
| 350 | 69.213 | | | 61.950 | |
| | | 3.631 | 18.154 | | 1.600 |
| 370 | 72.844 | | | 63.550 | |

Kemiringan jalan yang dapat dilalui alat angkut dengan baik untuk jalan naik maupun turun pada bukit adalah maksimal 8%. Berdasarkan pengukuran dan perhitungan pada jalan eksisting, terdapat 14 segmen jalan dari total 23 segmen yang kemiringannya melebihi 8%. Oleh karena itu perlu dilakukan penanganan terhadap jalan angkut salah satunya dengan mengoreksi elevasi jalan yang belum sesuai.

### 3. Superelevasi

Untuk mendapatkan nilai superelevasi, kecepatan yang digunakan adalah kecepatan maksimum dari alat angkut saat melewati tikungan yaitu sebesar 20 km/jam dengan superelevasi maksimum sebesar 0,04 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$e = \frac{v^2}{127 . R} - f$$

$$e = \frac{20^2}{127 . 14,8} - 0,179$$

$= 0,4$

Untuk hasil perhitungan dan perbaikan lebar jalan pada tikungan dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Perhitungan Superelevasi**

| Sta | Elevasi Eksisting | | Super elevasi (%) | Elevasi Koreksi | | Super elevasi Koreksi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | C | | A | C | |
| 0+015 | 99,43 | 99,35 | 1,58 | 99,43 | 99,22 | 0,04 |
| 0+030 | 99,48 | 99,39 | 1,37 | 99,48 | 99,20 | 0,04 |
| 0+045 | 99,50 | 99,50 | 0,07 | 99,50 | 99,26 | 0,04 |
| 0+120 | 100,61 | 100,57 | 1,05 | 100,61 | 100,44 | 0,04 |
| 0+136 | 100,76 | 100,59 | 2,39 | 100,76 | 100,48 | 0,04 |
| 0+150 | 100,80 | 100,68 | 1,66 | 100,80 | 100,51 | 0,04 |
| 0+200 | 110,14 | 110,31 | 4,36 | 110,16 | 110,31 | 0,04 |
| 0+214 | 110,13 | 110,33 | 4,04 | 110,13 | 110,33 | 0,04 |
| 0+230 | 110,48 | 110,48 | 0,09 | 110,31 | 110,48 | 0,04 |
| 0+260 | 106,65 | 106,25 | 7,90 | 106,65 | 106,45 | 0,04 |
| 0+275 | 106,79 | 106,02 | 10,81 | 106,79 | 106,51 | 0,04 |
| 0+291 | 106,74 | 106,05 | 9,69 | 106,74 | 106,46 | 0,04 |
| 0+307 | 106,85 | 105,89 | 13,06 | 106,85 | 106,56 | 0,04 |
| 0+320 | 106,78 | 106,02 | 19,49 | 106,78 | 106,62 | 0,04 |

Dari data perhitungan terhadap nilai superelevasi eksisting, terdapat 7 segmen jalan yang melewati nilai rekomendasi superelevasi dan 7 segmen lainnya yang lebih kecil dari nilai rekomendasi superelevasi. Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi dengan menaikkan atau menurunkan elevasi pada semua badan jalan tikungan.

### 4. Cross Slope

Geometri cross slope didesain dengan meninggikan bagian tengah jalan angkut dan merendahkan bagian tepi jalan angkut. Jalan angkut sebaiknya memiliki nilai cross slope minimal 4% dari as jalan, dimana dalam lokasi penelitian masih terdapat banyak bagian jalan yang membutuhkan koreksi seperti yang dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5. Perhitungan Cross Slope**

| Sta | 1/2 Lebar Jalan | Cross Slope (%) | | Cross slope Rencana | Cross slope Koreksi (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | BA | BC | | BA | BC |
| 0+000 | 2,00 | -7,60 | 8,85 | 2-4% | 3,00 | 3,00 |
| 0+060 | 2,07 | -4,78 | 1,16 | 2-4% | 2,90 | 2,90 |
| 0+075 | 2,05 | -0,63 | -1,27 | 2-4% | 2,63 | 2,63 |
| 0+090 | 2,05 | -4,78 | 4,93 | 2-4% | 2,93 | 2,44 |
| 0+170 | 1,90 | -2,37 | -4,05 | 2-4% | 2,37 | 2,68 |
| 0+245 | 1,55 | -0,19 | -3,42 | 2-4% | 2,00 | 3,42 |
| 0+350 | 1,59 | -5,62 | 0,82 | 2-4% | 2,84 | 2,21 |
| 0+370 | 1,60 | -6,44 | 2,19 | 2-4% | 2,44 | 2,25 |
| 0+370 | 1,81 | -6,19 | -1,33 | 2-4% | 2,21 | 2,21 |
| 0+410 | 1,79 | -0,45 | -2,68 | 2-4% | 2,23 | 2,68 |
| 0+440 | 1,75 | 10,63 | 59,49 | 2-4% | 2,29 | 2,29 |

Dalam perhitungan pengkoreksian ini, titik tengah jalan menjadi acuan untuk perbaikan sisi kiri dan kanan jalan. Dari 14 segmen yang ada, terdapat 12 segmen mengalama koreksi pada nilai elevasi A dan C dan hanya dua segmen yang hanya dikoreksi pada elevasi A (sta 0+070 dan sta 0+075).

## 5. Evaluasi Kondisi Drainase

Kondisi drainase eksisting tidak direncanakan berdasarkan debit limpasan. Oleh karena itu diperlukan evaluasi drainase. Dimensi drainase yang diperlukan didapat dari perhitungan antara debit limpasan masing-masing segmen drainase dengan menggunakan nilai tinggi muka air (h) sebagai kontrol.

Dengan menggunakan metode trial and error, didapatkan data pada segmen 1 sebagai berikut:

h = 0,099 m.

Tc = 0,13 jam.

I = 223,637 mm/jam.

Q = 0,38 m3/detik.

Tinggi jagaan untuk Q < 0,5 m3/detik = 0,4 m.

Untuk data keseluruhan segmen dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6. Koreksi Dimensi Drainase**

| Segmen | Debit ($m^3$/d) | Dimensi Eksisting | | | Dimensi yang Dibutuhkan | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | b (m) | T (m) | h (m) | y (m) | w (m) | h (m) |
| 1 | 0,04 | 0,82 | 0,98 | 0,8 | 0,07 | 0,4 | 0,47 |
| 2 | 0,05 | 0,86 | 1,04 | 0,84 | 0,08 | 0,4 | 0,47 |
| 3 | 0,08 | 0,95 | 1,17 | 0,78 | 0,11 | 0,4 | 0,51 |

Kondisi drainase eksisting tidak direncanakan berdasarkan debit limpasan. Oleh karena itu diperlukan evaluasi drainase. Dimensi drainase yang diperlukan didapat dari perhitungan antara debit limpasan masing-masing segmen drainase dengan menggunakan nilai tinggi muka air (h) sebagai kontrol.

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi tinggi jagaan dapat menampung debit limpasan yang ada dan tidak terjadi percikan di sekitar drainase dan untuk mengetahui dimensi drainase yang efektif untuk mengalirkan debit limpasan yang ada. Debit limpasan didapatkan dari

hasil perhitungan antara nilai koefisien limpasan, intensitas curah hujan, dan luas daerah tangkapan hujan.

Berdasarkan kondisi tersebut, dimensi drainase eksisting tidak perlu diubah dan dapat dipertahankan karena dimensi drainase eksisting sudah dapat menampung debit yang ada. Namun drainase yang ada diperlukan perawatan berkala, seperti pembersihan drainase secara rutin dari rerumputan dikarenakan drainase eksisting terbuat dari galian tanah.

## 4. KESIMPULAN

1. Pada hasil pengamatan di lapangan dan analisis yang dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

a) Semua segmen jalan lurus eksisting yang berkisar antara 3,1 m – 4,14 m masih belum memenuhi standar AASTHO yaitu 6,125 m.
b) Semua segmen jalan tikungan eksisting yang berkisar antara 3,9 m – 7,35 m masih belum memenuhi standar AASTHO yaitu 14 m.
c) Kemiringan (grade) jalan eksisting berkisar antara 0,13 % - 57,7 %. Terdapat 10 segmen yang memenuhi standar grade jalan maksimal 8%.
d) Nilai superelevasi eksisting 0,07 % – 19,49 %. Terdapat 7 segmen yang memenuhi standar superelevasi maksimal 4%
e) Nilai cross slope eksisting berkisar antara 0,19% - 59,49 %. Terdapat 3 segmen yang memenuhi standar cross slope maksimal 2% - 4%.

2. Pada proses perbandingan antara kondisi geometri eksisting dengan perhitungan teoritis, didapatkan rekomendasi sebagai berikut:

a) Penambahan lebar pada jalan lurus berkisar antara 1,625 m – 2,975 m.
b) Penambahan lebar jalan pada tikungan berkisar antara 6,65 m – 10,10 m.
c) Koreksi kemiringan (grade) jalan berkisar antara 0 % - 8%.
d) Koreksi superelevasi disesuaikan dengan nilai superelevasi standar yaitu 4%.
e) Koreksi kemiringan jalan (cross slope) berkisar 2% - 4%.
f) Volume timbunan dalam perbaikan jalan sebesar 10.021,7m3 dan volume galian sebesar 9.089,22 m3.

3. Dimensi drainase sudah aman dan tidak perlu dilakukan perubahan karena dimensi eksisting sudah cukup untuk menampung debit limpasan yang ada.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

Budi. (2023). Evaluasi Geometri Jalan Angkut Tambang PT. Labai Persada Tambang Site Balai Berkuak Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat. Pontianak, Universitas Tanjungpura.

Deddy. (2018). Analisis Pengaruh Geometri Jalan Angkut Terhadap Produktivitas Alat Angkut Dalam Menunjang Target Produksi Di Pt. Bara Indah Lestari Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu. Padang, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang.

Januardus, Hario. (2021). Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Pada Wilayah Bukit 13 Di Pt. Antam Tbk-UBP Bauksit Tayan Kabupaten Sanggau Provinsi Kalimantan Barat. JeLAST. Vol 8. No 2.

Multriwahyuni, A. (2018). Evaluasi Geometri Jalan Tambang Menggunakan Teori AASHTO Untuk Peningkatan Produktivitas Alat Angkut Dalam Proses Pengupasan Overburden Di Pit Timur PT. Artamulia Tatapratama Desa Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. Jurnal Bina Tambang, 3(4), 1513–1522.

Shirley, L. H. 2000. Perencanaan Teknik Jalan Raya (Penuntun Praktis), Penerbit Nova, Bandung.

Silvia S, (1999), Dasar-dasar Perencanaan Geometri Jalan, Nova, Bandung

Suwandhi, A. 2004. “Perencanaan Jalan Tambang”: Diktat Perencanaan Tambang Terbuka. Unisba.

Wahyuni, Cici. (2018). Analisis Geometri Jalan Tambang Pada Penambangan Batubara Pit Central Timur Di PT. Allied Indo Coal Jaya Parambahan Desa Batu Tanjung Kec. Talawi Kota Sawahlunto. Padang : Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang.