

## EVALUASI GEOMETRI JALAN ANGKUT PADA PENAMBANGAN BATU ANDESIT DESA KALISARI KECAMATAN BANYUGLUGUR KABUPATEN SITUBONDO

Yudho Dwi Galih<sup>[1]</sup>, Fiqhi Riza Hadi Saputra<sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup> Prodi Jurusan Teknik pertambangan institute teknologi adhitama Surabaya  
Jl. Arief Rahman Hakim No.100 Surabaya 60117<sup>1</sup>

e-mail: galih.145@itats.ac.id

### **ABSTRAK**

Jalan angkut dari front penambangan menuju area crusher di PT. Bukit Kalisari Artha Makmur merupakan jalan angkut dua jalur. Setelah dilakukan pengamatan terdapat beberapa segmen pada jalan tambang yang lebar jalannya belum memenuhi standar. Melalui penelitian ini akan dilakukan Evaluasi mengenai geometri jalan angkut berdasarkan spesifikasi alat angkut terbesar yang melewati jalan tambang. selanjutnya dari Evaluasi tersebut dapat diketahui hasil yang nantinya akan digunakan untuk perbaikan jalan pada area tambang. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi evaluasi geometri jalan, serta factor yang mempengaruhi kondisi jalan sehingga jalan tersebut mengalami kerusakan.

Kata kunci: jalan angkut, evaluasi , geometri jalan

### **ABSTRACT**

*The haul road from the mining front to the crusher area at PT. Bukit Kalisari Artha Makmur is a two-lane haul road. After making observations there are several segments on the mine road whose road width does not meet the standard. Through this research, an evaluation of the geometry of the haul road will be carried out based on the specifications of the largest conveyance that passes through the mine road. Furthermore, from this evaluation it can be seen that the results will be used to repair roads in the mine area. The method used in this study includes evaluating the geometry of the road, as well as the factors that influence road conditions so that the road is damaged.*

*Keywords: haul road, evaluation, road geometri*

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Tambang terbuka merupakan satu dari dua sistem penambangan yang dikenal, yaitu tambang terbuka dan tambang bawah tanah. dimana segala kegiatan atau aktivitas penambangan dilakukan di atas atau relatif dekat permukaan bumi dan tempat kerja berhubungan langsung dengan dunia luar. Kegiatan penambangan atau pengeksploitasian sumberdaya berhubungan dengan proses penggalian, pemuatan dan pengangkutan. Proses pengangkutan sangat membutuhkan akses jalan angkut atau yang biasa disebut *mine hauling road* (MHR).

MHR adalah jalan pada tambang yang difokuskan dalam proses pengangkutan material. Pentingnya jalan angkut adalah untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan material baik overburden ataupun bahan galian. MHR yang baik dan optimal sangat dipengaruhi geometri jalan dari jalan angkut itu sendiri. Geometri jalan merupakan suatu bangun jalan yang menggambarkan tentang bentuk/ukuran jalan baik yang menyangkut penampang melintang, memanjang maupun aspek lain

yang terkait bentuk fisik jalan. yang meliputi: lebar jalan, jari-jari tikungan, kemiringan jalan, superelevasi dan *cross slope*. Dalam jalan angkut yang mana apabila terjadi permasalahan pada geometri jalan angkut itu sendiri, dapat mempengaruhi kinerja dari alat angkut.

Permasalahan-permasalahan yang sering ditemui dalam jalan angkut adalah berupa lebar jalan lurus dan tikungan yang tidak memadai hal ini dapat menyebabkan kurangnya ruang gerak alat angkut saat melewati jalan lurus dan tikungan ataupun saat berpapasan dengan alat angkut lain.

Penanganan terhadap hambatan-hambatan yang ada di jalan angkut dengan melakukan kajian dan menentukan solusi untuk hambatan-hambatan tersebut dengan memperhatikan keadaan lapangan serta memperhatikan rencana produksi yang telah ditetapkan. Pemilihan solusi atau penanganan hambatan didasarkan pada standar jalan AASHTO (Manual Rural High Way Design).

PT. Bukit Kalisari Artha Makmur telah merancang jalan angkut penambangan tetapi belum sesuai

dengan geometri jalan penambangan. Oleh sebab itu dilakukan evaluasi tentang geometri jalan sehingga peneliti mengambil judul ” Evaluasi Geometri Jalan Angkut Pada Penambangan Batu Andesit PT. Bukit Kalisari Artha Makmur di Desa Kalisari Kecamatan Banyuglugur Kabupaten Situbondo”.

## METODOLOGI

Di dalam melaksanakan permasalahan ini, penulis menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan. Sehingga dari keduanya didapat pendekatan untuk penyelesaian masalah. Adapun urutan pekerjaan penelitian yaitu :

### Studi literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang antara lain :

- 1) Literatur di perpustakaan
- 2) Makalah-makalah seminar yang berkaitan tentang jalan tambang
- 3) Informasi dan data perusahaan mengenai keadaan lokasi jalan tambang
- 4) Laporan penelitian terdahulu dengan topik yang sama

### Penelitian di lapangan

Dalam penelitian di lapangan dilakukan beberapa tahap kegiatan :

- 1) Menentukan lokasi tempat pengamatan pada daerah-daerah tertentu yang bisa mewakili keseluruhan permasalahan agar data-data penelitian yang didapat bisa digunakan secara optimal.
- 2) Melakukan pengukuran-pengukuran, seperti pengukuran lebar jalan minimum, kemiringan jalan, dan panjang jarak angkut.
- 3) Menyesuaikan dengan perumusan masalah yang bertujuan agar penelitian yang dilakukan tidak meluas dan data yang diambil dapat digunakan secara efektif.

### Pengambilan data

**Data yang diambil langsung di lapangan, seperti :**

- 1) Ukuran lebar dan panjang dump truck
- 2) Besar dan lebar ban truck yang dipakai
- 3) Lebar jalan dan jarak angkut
- 4) Kemiringan jalan

**Data yang diambil dari laporan-laporan, seperti :**

- 1) Data produksi perusahaan
- 2) Peta lapangan
- 3) Curah hujan dan hari hujan

### Akuisisi data

- 1) Pengelompokan data dari lapangan beserta data yang sudah ada disesuaikan dengan obyek yang mewakili permasalahan.

- 2) Pengecekan keakuratan data, sehingga penelitian lebih efisien.

### Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran. Selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik-grafik atau rangkaian perhitungan sesuai dengan penyelesaian masalah yang ada.

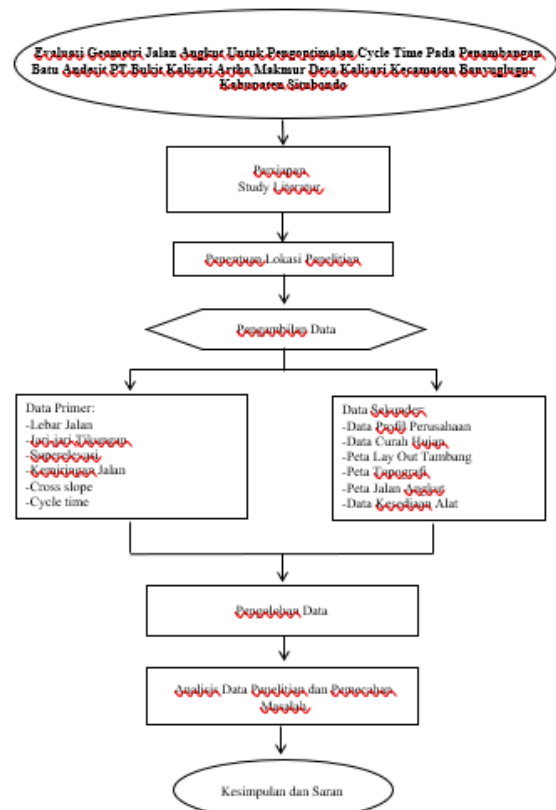
### Analisis data

Melakukan analisa data hasil dari pengolahan dan memberikan alternatif penyelesaian masalah sebagai acuan untuk pembahasan permasalahan sebagai tujuan akhir.

### Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh setelah dilakukan perhitungan antara hasil pengolahan data dengan permasalahan yang diteliti. Kesimpulan merupakan hasil akhir dari pemecahan permasalahan yang diteliti

### Diagram Alir



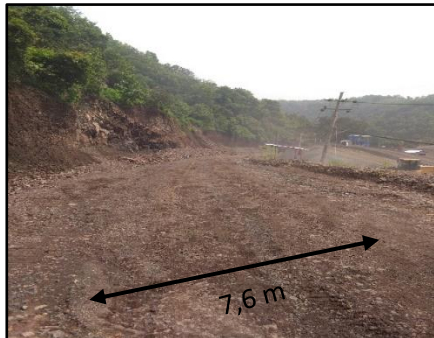
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### Area Penambangan

Tambang PT. Bukit Kalisari Artha Makmur seluas 34.89 Ha yang berlokasi di Desa Kalisari, Kecamatan

Banyuglugur, Kabupaten Situbondo, menggunakan metode tambang terbuka. Arah kemajuan tambang adalah kearah selatan dengan target produksi sebesar 60.000 ton/bln atau setara dengan 480.000 m<sup>3</sup> per bulan. Alat yang digunakan adalah alat gali muat Dosan dx 200a dan Volvo ec 210 dengan *dump truck* Hino Fm 260 JD sebanyak 1 unit. Kondisi jalan didominasi oleh material sirtu dengan lebar jalan 7,6 meter. Dapat dilihat pada gambar 1.



Sumber: Foto Penelitian.2020  
Gambar 1 Jalan tambang

#### Pola Pemuatan

Pola pemuatan yang digunakan pada PT. Bukit Kalisari Arta Makmur adalah *Bottom Loading*, yaitu alat gali muat melakukan pemuatan dengan posisi lantai kerja alat gali muat sejajar dengan lantai kerja *dump truck*. Sedangkan pola pengisian yang digunakan adalah *Single Back Up*, yaitu truk memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat. Dapat dilihat pada gambar 2.



Sumber: Foto Penelitian.2020  
Gambar 2 Top Loading

#### Kondisi actual geometri lebar jalan angkut penelitian

Lebar jalan terdiri atas dua macam yaitu lebar jalan Lurus dan lebar jalan pada Tikungan.

#### Dump truck Yang Digunakan

Pada proses penambangan khususnya pada proses pengangkutan material batu dari *front* penambangan menuju *stockpile*, PT. Bukit Kalisari Arta Makmur menggunakan *dump truck* bertipe Hino fm 260jd

sebanyak 1 unit. DT Hino fm 260jd dengan berat kendaraan kosong 26 ton.

Tabel 1 Spesifikasi DT Hino Dutra 130 HD

| No | Uraian       | Nilai               |
|----|--------------|---------------------|
| 1  | Berat kosong | 26 ton              |
| 2  | Dimensi:     |                     |
|    | Panjang      | 8,6 m               |
|    | Lebar        | 2,4 m               |
|    | Tinggi       | 2,7 m               |
| 3  | Kecepatan:   |                     |
|    | Porsneling 1 | 11 km/jam           |
|    | Porsneling 2 | 18 km/jam           |
|    | Porsneling 3 | 30 km/jam           |
|    | Porsneling 4 | 48 km/jam           |
|    | Porsneling 5 | 70 km/jam           |
|    | Porsneling 6 | 94 km/jam           |
|    | Mundur       | 13 km/jam 7,142 lbs |

(Sumber: Brosur Spesifikasi Hino fm 260 jd)

Berdasarkan tabel di atas maka *rimpull* yang dibutuhkan *dump truck* untuk masing-masing gigi dapat dihitung sebagai berikut:.

$$RP = \frac{HP \times 375 \times \text{Effisiensi Mesin}}{\text{Velocity (Mph)}}$$

Perhitungan *Rimpull*:

$$RP (\text{Porsneling -1}) = \frac{256 \times 375 \times 0,98}{11} = 8.189 \text{ lbs}$$

$$RP (\text{Porsneling -2}) = \frac{256 \times 375 \times 0,98}{18} = 5.340 \text{ lbs}$$

$$RP (\text{Porsneling -3}) = \frac{256 \times 375 \times 0,98}{30} = 3.076 \text{ lbs}$$

$$RP (\text{Porsneling -4}) = \frac{256 \times 375 \times 0,98}{48} = 1.936 \text{ lbs}$$

$$RP (\text{Porsneling -5}) = \frac{256 \times 375 \times 0,98}{70} = 1.341 \text{ lbs}$$

$$RP (\text{Porsneling -6}) = \frac{256 \times 375 \times 0,98}{94} = 1.000 \text{ lbs}$$

Tabel 2 Rimpul masing-masing porsneling yang dibutuhkan dumptruk

| Porsneling | Rimpull (lbs) |
|------------|---------------|
| 1          | 8.189         |
| 2          | 5.340         |
| 3          | 3.076         |
| 4          | 1.936         |
| 5          | 1.341         |
| 6          | 1.000         |

#### Geometri Jalan Angkut

Pada proses penambangan, jalan angkut berperan penting untuk proses pengangkutan material dari *front* penambangan menuju tempat *dumping* area. Jalan angkut yang baik bergantung pada keadaan geometri jalan angkut itu sendiri. Geometri jalan angkut selalu didasarkan pada dimensi kendaraan angkut yang

digunakan. Oleh sebab itu, geometri jalan harus sesuai dengan dimensi *dump truck* yang digunakan agar *dump truck* tersebut dapat bergerak leluasa pada kecepatan normal dan aman.

Berdasarkan pengukuran di lapangan jalan angkut PT.Bukit Kalisari Artha Makmur dari *front* penambangan menuju *stockpile* meliputi:

#### a. Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan angkut sangat berpengaruh khususnya untuk luasannya ruang gerak *dump truck* atau berpapasannya *dump truck* dengan *dump truck* lainnya saat melewati jalan lurus maupun jalan tikungan. Lebar jalan angkut memperhatikan lebar alat terbesar yang melewati jalan angkut tersebut, dalam hal ini adalah DT Hino fm 260 jd

Berdasarkan pengukuran di lapangan, jalan angkut tambang PT.Bukit Kalisari Artha Makmur dari *front* penambangan menuju *stockpile*, didapatkan lebar jalan angkut yang bervariasi antara 7,6–10 meter dengan jumlah segmen jalan sebanyak 9 segmen. Sebanyak 52% atau 5 segmen jalan dari jalan angkut dari *front* penambangan menuju *stockpile* adalah jalan lurus dan Sebanyak 48% atau 4 segmen jalan adalah segmen jalan tikungan.

Tabel 3 Lebar jalan angkut

| Segmen | Elevasi (Mdpl) | Lebar (L) | Panjang (P) | Beda tinggi (m) | Grade (%) | Lurus (L) / Tikungan (T) |
|--------|----------------|-----------|-------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| 1-2    | 119            | 7.6       | 50          | 21              | 42        | L                        |
|        | 140            |           |             |                 |           |                          |
| 2-3    | 140            | 12.1      | 40          | 3               | 7.5       | T                        |
|        | 143            |           |             |                 |           |                          |
| 3-4    | 143            | 7.6       | 111         | 3               | 2.7       | L                        |
|        | 146            |           |             |                 |           |                          |
| 4-5    | 146            | 8.3       | 21          | 4               | 19        | T                        |
|        | 150            |           |             |                 |           |                          |

#### b. Kemiringan melintang (*cross slope*)

Kemiringan jalan atau yang biasa disebut tanjakan ataupun turunan, diakibatkan oleh adanya perbedaan elevasi antara beberapa titik segmen jalan. Kemiringan jalan memperhatikan kemampuan maksimal tanjak yang dimiliki oleh *dump truck*. Kemiringan jalan mempengaruhi pelambatan kecepatan *dump truck* pada saat melewati tanjakan. Berdasarkan pengukuran di lapangan, didapatkan kemiringan jalan angkut PT.Bukit Kalisari Artha Makmur sebagai berikut.

Tabel 4 Kemiringan melintang

| Segmen | Elevasi (Mdpl) | Lebar (L) | Panjang (P) | Beda tinggi (m) | crosslope | Lurus (L) / Tikungan (T) |
|--------|----------------|-----------|-------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| 1-2    | 119            | 7.6       | 50          | 21              | Tidak ada | L                        |
|        | 140            |           |             |                 |           |                          |
| 3-4    | 143            | 7.6       | 111         | 3               | Tidak ada | L                        |
|        | 146            |           |             |                 |           |                          |
| 5-6    | 150            | 7.7       | 120         | 3               | Tidak ada | L                        |
|        | 153            |           |             |                 |           |                          |
| 7-8    | 155            | 7.5       | 85          | 6               | Tidak ada | L                        |
|        | 161            |           |             |                 |           |                          |
| 9-10   | 162            | 11.1      | 92          | 7               | Tidak ada | L                        |
|        | 169            |           |             |                 |           |                          |

#### C. Superelevasi dan radius tikungan

Adapun data yang didapat pada pengukuran superelevasi di lokasi penambangan PT.Bukit Kalisari Artha Makmur adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Superelevasi dan jari-jari tikungan

| Segmen | Lebar (L) | Jari-jari tikungan | superelevasi | Lurus (L) / Tikungan (T) |
|--------|-----------|--------------------|--------------|--------------------------|
| 2-3    | 12.1      | 40                 | Tidak ada    | T                        |
| 4-5    | 8.3       | 21                 | Tidak ada    | T                        |
| 6-7    | 10        | 64                 | Tidak ada    | T                        |
| 8-9    | 11.5      | 57                 | Tidak ada    | T                        |

Nilai jari-jari tikungan pada (table 4.5) Di peroleh dari pengukuran langsung di lapangan yaitu di hitung dari pusat titik sampai perpotongan garis yg ditarik di mana jalan mulai belok sampai akhir belokan. Dari nilai superelevasi di atas dapat dilihat bahwa tikungan yang ada di lokasi perlu mendapat perhatian khusus karena superelevasinya tidak ada, dimana hal tersebut mengakibatkan kendaraan terpelantak keluar jalur adanya gaya sentrifugal sehingga perlu dilakukan perbaikan pada semua segmen tikungan.

#### Pembahasan

Berdasarkan pengamatan di lapangan, dumptruck hino fm 260 jd . dengan alat angkut aktual di atas, perlu adanya evaluasi geometri jalan dari data yg telah di peroleh sehingga dapat dilakukan perbandingan antara geometri jalan actual dan standart yg telah di tetapkan sehingga dapat memberi rekomendasi perbaikan geometri jalan angkut.

#### Lebar jalan tambang

##### Lebar jalan lurus

Penentuan lebar jalan angkut minimum untuk jalan lurus yaitu jumlah jalur dikalikan lebar alat angkut pada tepi kanan kiri ditambahkan setengah lebar kendaraan. Sehingga perhitungan lebar jalan lurus dengan menggunakan standar AASHTO lebar jalan minimum dua jalur Menurut unit terbesar yg melewati adalah 8,23 meter/ 8 meter tanpa bahu jalan (Lampiran

C). Maka evaluasi lebar jalan lurus dapat di lihat (table 6).

**Tabel 6 Evaluasi Lebar Jalan Lurus**

| parameter   | Segmen | Aktual (m) | AASHTO (m) |
|-------------|--------|------------|------------|
| JALAN LURUS | 1-2    | 7.6        | 8          |
|             | 3-4    | 7.6        | 8          |
|             | 5-6    | 7.7        | 8          |
|             | 7-8    | 7.5        | 8          |
|             | 9-10   | 11.1       | 8          |

## 1. Evaluasi Lebar Jalan Angkut Pada Jalan Lurus

Lebar alat angkut (Wt) = 2,49 m

Jumlah jalur (n) = 2

$$L = (n \times Wt) + (n + 1) \times (\frac{1}{2}Wt)$$

$$= (2 \times 2,49) \text{ m} + (2 + 1) \times (\frac{1}{2} \times 2,49) \text{ m}$$

$$= 4,9 \text{ m} + 3(1,245) \text{ m}$$

$$= 4,5 \text{ m} + 3,735 \text{ m}$$

$$= 8,235 \text{ m} \approx 8 \text{ meter}$$

Berdasarkan perhitungan di setiap segmen di atas, maka didapatkan lebar jalan angkut tambang pada PT Bukit Kalisari Artha Makmur ada sebagian dari front kerja yang belum memenuhi standar jalan angkut tambang yang baik dan benar berdasarkan teori AASHTO. Sehingga perlu dilakukan penambahan lebar jalan, pada jalur 7 – 8 sering terjadi penumpukan DT karna jalan tidak bias dilalui untuk bersimpangan dengan sama-sama jalan karna pada jalur 7 – 8 jalur terlalu curam, dengan perbedaan elevasi sebesar 155 – 161 Mdpl.

## Lebar Jalan Pada Tikungan

Penentuan lebar jalan angkut minimum untuk jalan tukung berdasarkan unit terbesar yang melewatinya adalah 21.7 meter pada tikungan dengan menggunakan standat AASHTO adalah 22 meter. Maka evaluasi lebar jalan lurus tikungan dapat di lihat (table 7).

**Tabel 7 Evaluasi Lebar Jalan tikungan**

| parameter      | segmen | Actual (m) | AASHTO (m) |
|----------------|--------|------------|------------|
| Jalan tikungan | 2-3    | 12.1       | 22         |
|                | 4-5    | 8.3        | 22         |
|                | 6-7    | 10         | 22         |
|                | 8-9    | 11.5       | 22         |

(Sumber: Data Penelitian, 2020)

## 2. Evaluasi Lebar Jalan Angkut Pada Jalan Tikungan

Lebar jejak roda (U) = 2,45 m

Lebar jantai depan (Fa) = 1,91 m

Lebar jantai belakang (Fb) = 1,85 m

$$C = Z = \frac{1}{2} (U + Fa + Fb)$$

$$= \frac{1}{2} (2,45 + 1,91 + 1,85) \text{ m}$$

$$= 3,105 \text{ m W}$$

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

$$= 2 (2,45 + 1,91 + 1,85 + 3,105) \text{ m} + 3,105$$

$$= 21,7 \text{ m} = 21 \text{ m}$$

Untuk tikungan pada dua jalur menurut teori AASHTO diperoleh lebar jalan pada tikungan minimum adalah 22 meter. Sedangkan lebar jalan pada tikungan PT. Bukit Kalisari Artha Makmur belum memenuhi standar minimum, maka dari itu perlu adanya penambahan lebar jalan pada tikungan. Karna kondisi alat pada saat tikungan harus bergantian jalanya.

## Kemiringan melintang (cross slope)

Jalan tambang yang baik yang memiliki kemiringan melintang maksimum 40 mm/m artinya setiap satu meter lebar jalan angkut ideal dibuat kemiringan melintang sebesar 40 mm atau 4% standar AASHTO. Maka evaluasi nilai cross slope dilihat di (table 8).

**Tabel 8 Evaluasi Cross Slope**

| parameter   | segmen | Aktual (m) | AASHTO (mm) |
|-------------|--------|------------|-------------|
| Cross Slope | 1-2    | 0          | 40          |
|             | 3-4    | 0          | 40          |
|             | 5-6    | 0          | 40          |
|             | 7-8    | 0          | 40          |
|             | 9-10   | 0          | 40          |

(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Berdasarkan data yang diperoleh, pada ruas jalan yang diukur maka didapatkan hasil, cross slope-nya nol atau tidak ada. Karna pada saat ada air di jalan air tersebut langsung turun ke bawah karna kondisi jalanya menurun. Tetapi peneliti tetap menyarankan agar perawatan jalan oleh operator motorgrade perlu diawasi lagi. Hal ini menjadi perhatian mengingat pentingnya pengairan genangan air yang mungkin terjadi pada permukaan jalan angkut saat hujan jika kemiringan jalan melintang tidak memenuhi standar.

## Jari-jari tikungan dan superelevasi

Permasalahan superelevasi itu sendiri erat kaitanya dengan jari” tikungan. Suatu tikungan akan dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut apabila radius tikungan lebih besar atau minimal sama dengan jari” lintasan yang dimiliki oleh alat angkut yg digunakan.

Secara teori untuk mengetahui jari-jari tikungan adalah sebagai berikut:

Rencana kecepatan kendaraan = 30km/jam (<80km/jam)

Superelevasi maksimum= 0.04 m/m = 4cm/m = 40mm/m



Sehingga:

$$f = -0,00065 V + 0,192$$

$$f = (-0,00065 \times 30) + 0,192$$

$$f = -0,0195 + 0,192$$

$$= 0,1725$$

$$30^2$$

$$R = \frac{127 \times (0,04 + 0,172)}{30^2}$$

$$= 33,43 = 33 \text{ m}$$

Maka jari-jari tikungan yang kurang dari 33 m perlu dilakukan penambahan, dapat di lihat pada (table 9)

Tabel 9 Evaluasi jari-jari tikungan

| parameter                 | segmen | Actual (m) | Pu Bina Marga (m) |
|---------------------------|--------|------------|-------------------|
| Jari-jari<br>superelevasi | 2-3    | 23         | 33                |
|                           | 4-5    | 14         | 33                |
|                           | 6-7    | 14,8       | 33                |
|                           | 8-9    | 25         | 33                |

(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Dari hasil jari-jari di atas dapat dilihat bahwa tikungan yang ada di lokasi pengamatan belum dapat dilalui dengan baik karena belum memenuhi standar pu bina marga, oleh karena itu perlu adanya perbaikan.

Tabel 10 Evaluasi nilai superelevasi

| parameter    | segmen | Actual(m) | AASHTO(m) | PU Bina Marga (m) |
|--------------|--------|-----------|-----------|-------------------|
| superelevasi | 2-3    | 0         | 0,04      | 0,04              |
|              | 4-5    | 0         | 0,04      | 0,04              |
|              | 6-7    | 0         | 0,04      | 0,04              |
|              | 8-9    | 0         | 0,04      | 0,04              |

(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Dari nilai superelevasi di atas dapat dilihat bahwa tikungan yang ada di lokasi perlu mendapat perhatian khusus karena superelevasinya tidak ada, dimana hal tersebut mengakibatkan kendaraan terpental keluar jalur adanya gaya sentrifugal sehingga perlu dilakukan perbaikan pada semua segmen tikungan.

### Kemiringan memanjang (grade)

Kemiringan suatu jalan angkut selalu berhubungan langsung dengan keamanan alat angkut itu sendiri, baik dalam tanjakan atau mengatasi pengereman. Kemiringan jalan di pt bukit kalisari artha makmur sangat bervariasi dengan hitungan sebagai berikut:

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

$$L = \frac{21}{50} \times 100\% = 42\%$$

$$T = \frac{3}{40} \times 100\% = 7,5\%$$

$$L = \frac{3}{111} \times 100\% = 2,7\%$$

$$T = \frac{4}{21} \times 100\% = 19\%$$

$$L = \frac{3}{120} \times 100\% = 2,5\%$$

$$T = \frac{2}{64} \times 100\% = 3,1\%$$

$$L = \frac{6}{85} \times 100\% = 7\%$$

$$T = \frac{1}{57} \times 100\% = 1,7\%$$

$$L = \frac{7}{92} \times 100\% = 7,6\%$$

Berikut hasil perhitungan grade pada setiap jalurnya (table 4.11) standar yang ditetapkan untuk nilai kemiringan jalan (grade) dari AASHTO ialah 8%. Sehingga kemiringan jalan (grade) tiap segmen yang tidak sesuai dengan standar dapat di lihat pada table (table 11).

Tabel 11 Evaluasi Grade Jalan

| Parameter | Segmen   | Aktual (%) | AASHTO (8%)  |
|-----------|----------|------------|--------------|
| Grade     | 1-2 (L)  | 42         | Tidak Sesuai |
|           | 2-3 (T)  | 7,5        | Sesuai       |
|           | 3-4 (L)  | 2,7        | Sesuai       |
|           | 4-5 (T)  | 19         | Tidak Sesuai |
|           | 5-6 (L)  | 2,5        | Sesuai       |
|           | 6-7 (T)  | 3,1        | Sesuai       |
|           | 7-8 (L)  | 7          | Sesuai       |
|           | 8-9 (T)  | 1,7        | Sesuai       |
|           | 9-10 (L) | 7,6        | Sesuai       |

(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Berdasarkan pada table di atas ada sebagian grade yg belum sesuai dengan standard yg ada. Sehingga grade yang belum sesuai perlu adanya perbaikan.

### Rekomendasi perbaikan jalan

Berdasarkan hasil analisis geometri jalan maka akan dilakukan perbaikan geometri jalan yang dilakukan pada cross slope, superelevasi dan kemiringan memanjang(grade) jalan karena belum sesuai dengan standar yang berlaku guna tercapainya good mining practice pada jalan tambang.

### Rekomendasi Perbaikan Cross Slope

Pada table sebelumnya nilai cross slope belum memenuhi standar yang di tentukan oleh AASHTO.

Tabel 12 Rekomendasi Perbaikan Crossslope Pada Tiap Segmen

| parameter      | segmen | Actual (m) | AASHTO (m) |
|----------------|--------|------------|------------|
| Jalan tikungan | 2-3    | 12.1       | 0,04       |
|                | 4-5    | 8.3        | 0,04       |
|                | 6-7    | 10         | 0,04       |
|                | 8-9    | 11.5       | 0,04       |

(Sumber: Data Penelitian, 2020)

Dengan penggunaan angka superelevasi 0,04 ini akan berdampak terhadap kecepatan alat angkut saat melintasi tikungan. Perhitungan kecepatan pada tiap segmen jalan tikungan lihat (Lampiran A). kecepatan yang harus digunakan saat melintasi setiap segmen tikungan adalah:

VT1 = 24,914 km/jam

VT2 = 19.437 km/jam

VT3 = 19,985 km/jam

VT4 = 25,974 km/jam

### Rekomendasi Perbaikan Kemiringan (*grade*)

Pada table 2.11 nilai grade belum sesuai standart pada AASHTO. Dimana standart grade jalan yang dirkomendasikan adalah 10% berdasarkan standart pada teori *the American association of state highway and transportation officials* (AASHTO). Pada rekomendasi perbaikan grade jalan akan menggunakan standar dari AASHTO hai itu dikarenakan standart AASHTO yang paling memiliki nilai grade jalan yang paling kecil di banding dengan yg lain. Perbandingan waktu sebelum dan setelah penurunan grade dapat dilihat pada (table 14)

Tabel 13 Waktu muat alat angkut overburden

| no | jalur      | Sebelum perbaikan |              | Sesudah perbaikan |              |
|----|------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
|    |            | Waktu pergi       | Waktu pulang | Waktu pergi       | Waktu pulang |
|    |            | menit             |              | menit             |              |
| 1  | 1 – 2 (L)  | 0,38              | 0,25         | 0,37              | 0,23         |
| 2  | 2 – 3 (T)  | 0,25              | 0,20         | 0,22              | 0,18         |
| 3  | 3 – 4 (L)  | 0,41              | 0,33         | 0,37              | 0,30         |
| 4  | 4 – 5 (T)  | 0,18              | 0,15         | 0,16              | 0,13         |
| 5  | 5 – 6 (L)  | 0,58              | 0,38         | 0,55              | 0,36         |
| 6  | 6 – 7 (T)  | 0,16              | 0,15         | 0,15              | 0,13         |
| 7  | 7 – 8 (L)  | 0,46              | 0,32         | 0,43              | 0,29         |
| 8  | 8 – 9 (T)  | 0,48              | 0,25         | 0,45              | 0,22         |
| 9  | 9 – 10 (L) | 0,28              | 0,25         | 0,26              | 0,23         |
| Σ  |            | 3,18              | 2,28         | 2,96              | 2,08         |

Rekomendasi dalam waktu jalan yang di tempuh udah sesuai Cuma lebih diperhatikan bagian lebar jalan.

### Standart yang bias diterapkan pada daerah penelitian

Berdasarkan hasil analisis dan membandingkan dengan kondisi jalan angkut actual di lapangan maka standart yang bias ditetapkan ialah standart The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Alasan memilih standart AASHTO yaitu dilihat dari beberapa aspek:

- Standart AASHTO merupakan standart yang pada umumnya digunakan di tambang.
- Berdasarkan kelengkapan parameter geometri jalan yang dibahas yaitu standart AASHTO.
- Selain itu permasalahan yang ada di lapangan merekomendasikan agar grade jalan yang digunakan ialah 8%. Standart ini memiliki kelebihan dan kelemahan, seperti:  
Kelebihan : aman untuk keselamatan dan baik untuk mesin kendaraan yang melewati serta dapat mengurangi lamanya waktu tempuh karena dengan grade 8% kecepatan kendaraan akan bertambah.  
Kelemahan : harus melakukan pengupasan dan penimbunan pada grade- grade jalan yang melebihi grade 8%.
- Indonesia memiliki standart jalan tambang yang diatur pada kepmen 1827 tetapi pada penelitian ini tidak menggunakan standart tersebut karena :  
a. Kemampuan tanjakan  
b. Poin tiap geometri tidak di bahas dengan detail.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Sesuai Geometri jalan pada daerah penelitian  
a. Pada jala lurus lebar jalanya bervariasi, dimana lebar jalan terkecil ialah 7,6 meter sedangkan yang paling lebar ialah 11.1 meter.  
b. Pada jalan tikungan lebar jalanya bervariasi yaitu 8,3 m , 10 m , 11,5 m , 12,1 m.  
c. *Crosslope* tiap segmen tidak ada, sehingga *crossloopenya* ialah 0 mm/m.  
d. Superelevasi pada daerah penelitian tidak ada, sehingga nilai superelevasi ialah 0 mm/m.  
e. Nilai kemiringan jalan bervariasi <8% dan >8%.
- Berdasarkan hasil penelitian pada tiap geometri jalan maka didapatkan hasil perbandingan antara geometri jalan actual dengan standart yang digunakan antara lain :  
a. Lebar jalan pada jalan lurus > 7,8 meter, sedangkan minimal jalan yang ditetapkan AASHTO ialah 8 m.  
b. Lebar jalan pada tikungan > 12,1 meter, sedangkan minimal jalan yang di tetapkan AASHTO ialah 22 m.  
c. Pada jalan tidak ditemukannya superelevasi, sehingga tidak sesuai dengan standart yang ada.  
d. Pada jalan tidak ditemukan *crossslope*, sehingga tidak sesuai dengan standart yang ada.  
e. *Grade* jalan pada lapangan ditemukan *grade* jalan <8% dan >8%.

---

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berperan dalam skripsi *Evaluasi Geometri Jalan Angkut Pada Penambangan Batu Andesit Di Desa Kalisari Kecamatan Banyuglugur Kabupaten Situbondo*. Sehingga skripsi ini dapat di tuangkan dalam bentuk tulisan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Suwandhi, Awang Ir., M.Sc, 2004. *Perencanaan Tambang Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*.
- Tangkelangi, Brisilia Indah. 2019. *Evaluasi Geometri Jalan Angkut Tambang Berdasarkan Kaidah Good Mining Practice Di Pit West Bin 7 PT Bukit Makmur Mandiri Utama Side Binungan Kabupaten Berau Kalimantan Timur*.
- Sepriadi, Kuku Webisno. 2017 *Evaluasi Geometri Jalan Angkut Terhadap Produktifitas Overburden Di Pit Mt 4 Penambangan Air Laya Pt Bukit Asam (Persero), Tbk. Sumatera Selatan*.
- Yusuf, Marthin Christian. 2018. *Analisa Pengaruh Geometri Jalan Angkut Terhadap Produktivitas Articulated Dump Truck Terex TA400 Dari Front Penambangan – Disposal Area PT. Prolindo Cipta Nusantara, Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan*.