

Analisis Pengaruh Geometri Jalan Pit Majapahit Beserta Total Resistance Terhadap Speed Dan Fuel Ratio Komatsu HD 785-7 PT. Kalimantan Prima Persada Site PCN Desa Sebamban Kec. Sungai Loban Kab. Tanah Bumbu Kalimantan Selatan

Lukman Firmansyah^{1*}, Yoszi Mingsi Anaperta^{2**}

¹Mahasiswa Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

²Dosen Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*lukmanfirmansyah890@gmail.com

**yoszima@ft.unp.ac.id

Abstract. PT. Kalimantan Prima Persada is a coal mining company, one of its working locations is PT. PCN (Prolindo Cipta Nusantara) The mining pit is named the Majapahit Pit. At the Majapahit Pit, a new road was built that functions for the overburden transportation road, namely Jalan Arjunasastra and Jalan Putri Gunung Buih.

Many road segments have non-ideal road geometry, based on speed data of Komatsu HD 785-7 loaded and unloaded equipment it was found that 35.48 km/hour and 12.01 km/hour. This is not in accordance with the company's target, where the target speed of the HD 785-7 conveyance is 17 km/hour and 50 km/h empty. As a result of not achieving the speed, it will affect the production of transportation equipment in March-April, based on data on the production of Komatsu HD 785-7 transportation equipment, which is actually 231.860 Bcm but the company's target is 288.000 Bcm. As a result of not achieving production, it affects the value of the fuel ratio of the conveyance. Based on fuel ratio data, the actual conveyance is 0.68 Bcm/hour but the company's target is 0.54 Bcm/hour.

The effect of total resistance on speed is inversely proportional, meaning that if the total resistance increases, the speed decreases. And the effect of total resistance on the fuel ratio is directly proportional, meaning that if the total resistance increases, the fuel ratio increases. This is in accordance with the results of the improvement. After repairs were made, it was found that the speed value for the loaded condition increased to 17.91 Km/hour and the empty condition became 50.05 Km/hour so that it increased by about 40%, for the production of transportation equipment it increased to 294,307 Bcm/hour so that it rose 23,52% and fuel ratio decreased to 0.54 Bcm/hour so that the fuel ratio decreased by 25,93%.

Keywords : Mine Road, Median, Speed, Production, Fuel Ratio.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

PT. Kalimantan Prima Persada merupakan salah satu perusahaan jasa pertambangan yang bergerak di bidang pertambangan batubara. Salahsatunya *jobsite* PCN (PT. Prolindo Cipta Nusantara). PT. Kalimantan Prima Persada *jobsite* PCN memakai metode penambangan terbuka, salah satu kekurangan memakai metode penambangan terbuka yaitu hujan, ketika hujan maka seluruh operasional penambangan wajib dihentikan karena jika terus dilanjutkan maka mengakibatkan jalan pit majapahit menjadi licin & resiko longsor (*sliding*).

Pit Majapahit merupakan nama pit PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN dan untuk mendukung kegiatan operasional di pit majapahit dibuat jalan yaitu Jalan Arjunasastra dan Jalan Putri Gunung Buih untuk pengangkutan *overburden*. Jalan Arjunasastra dan Jalan Putri Gunung Buih merupakan jalan yang baru dibuat dan memiliki Panjang 2,8 Km yang menghubungkan pit majapahit dengan *disposal* SP2 untuk membantu kegiatan operasional penambangan *overburden*.

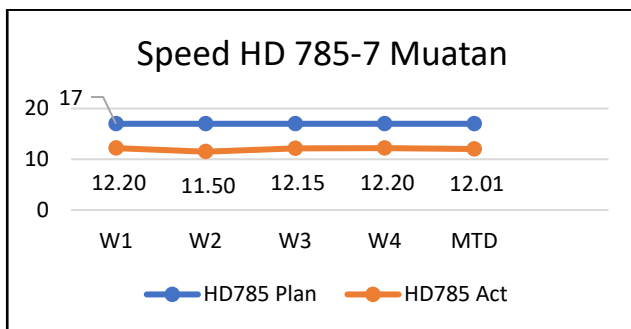
Karena merupakan jalan baru, maka masih banyak

kekurangan di jalan baik terutama segi geometri jalan, mulai dari *Cross Slope* belum sesuai yang nilai idealnya 2-4% namun kondisi aktual hanya sekitar 1.5%, belum adanya tali air, lebar jalan tidak ideal dimana memiliki lebar kurang dari 25 meter dengan nilai idealnya 25 meter, belum ada tanggul pengaman (*Safety Berm*) yang ideal dan lain-lain .



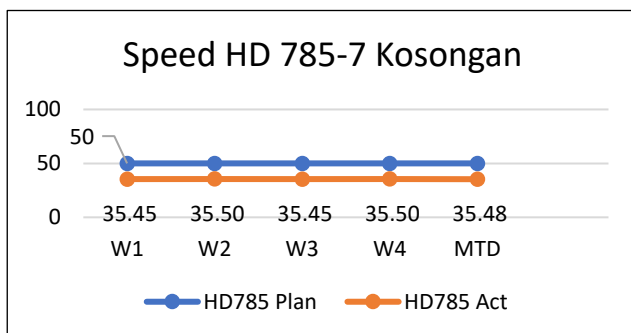
Gambar 1. Kondisi Jalan Aktual Pit Majapahit

Karena geometri jalan tidak ideal, maka alat angkut yang bermuatan atau kosong harus berhenti ketika berpapasan sehingga *speed* Komatsu HD 785-7 tidak tercapai. Berikut data kecepatan Komatsu HD 785-7 lajur bermuatan dalam gambar berikut.



Gambar 2. Data Kecepatan Komatsu HD 785-7 Muatan

Dari gambar grafik di bawah bisa dilihat bahwa data *speed* alat angkut aktual bermuatan 12.01 Km/Jam namun target dari perusahaan yaitu 17 Km/Jam. Untuk kondisi alat angkut kosong, dapat dilihat dari gambar di bawah bisa dilihat bahwa data *speed* alat angkut aktual kosong 35.48 Km/Jam namun target dari perusahaan yaitu 50 Km/Jam. Berikut data kecepatan Komatsu HD 785-7 lajur kosong dalam gambar berikut.



Gambar 3. Data Kecepatan Komatsu HD 785-7 Kosongan

Akibat dari target *speed* tidak tercapai, maka efek jangka penjangnya target produksi juga tidak tercapai. target produksi perusahaan bulan Maret - April tahun

2022 yaitu 288.000 Bcm/Bulan, sedangkan kondisi aktual hanya 231.860 Bcm/Bulan. Sehingga dari data tersebut menunjukkan bahwa target produksi belum tercapai.

Akibat produksi tidak tercapai, maka mempengaruhi nilai *fuel ratio* alat angkut. Dimana target perusahaan sekitar 0,54 Bcm/Jam namun kondisi aktual sekitar 0,68 Bcm/Jam. sehingga permasalahan di jalan angkut ini harus segera diselesaikan jika perusahaan ingin target produksi tercapai dan *cost* tidak membesar.

Berdasarkan hal tersebut, maka penulis mengangkat topik **“Analisis Pengaruh Geometri Jalan Pit Majapahit beserta Total Resistance Terhadap Speed dan Fuel Ratio Komatsu HD 785-7 PT. Kalimantan Prima Persada Site PCN Desa Sebamban Kec. Sungai Loban, Kab. Tanah Bumbu Kalimantan Selatan”**.

2. Kajian Teori

2.1 Lokasi dan Kondisi Daerah Penelitian

Izin Usaha Pertambangan (IUP) yang dilakukan PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN terletak di Desa Sebamban Baru, Kecamatan Sungai Loban, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan.

Lokasi kegiatan penambangan PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN ada 2 tahap. Pertama tahap transportasi udara kedua transportasi darat. Untuk transportasi udara, ditempuh menggunakan pesawat terbang rute Kota Padang ke Kota Banjarmasin, dengan transit terlebih dahulu di Kota Jakarta, sehingga total waktu perjalanan sekitar 5 jam.

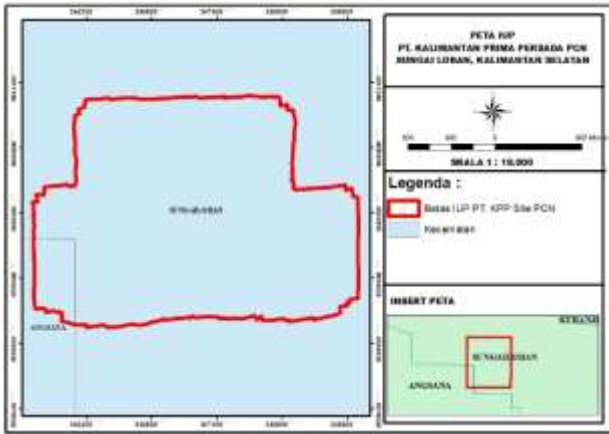
Untuk Transportasi darat, dapat menggunakan mobil atau motor dengan waktu tempuh 5 jam dari Kota Banjarmasin ke *Jobsite* PCN yang berada di Desa Sebamban Baru, Kecamatan Sungai Loban, Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan. Berikut peta lokasi kesampaian daerah dari Kota Banjarmasin hingga ke PT. KPP *Jobsite* PCN dalam gambar berikut.



Gambar 4. Peta Lokasi Kesampaian Daerah

IUP PT. Prolindo Cipta Nusantara ini terbit atas izin Bupati Kabupaten Tanah Bumbu di tahun 2018 dengan luas keseluruhan 350 Hektare. Dengan total cadangan

batubara sekitar 25 juta ton dan *Overburden* 70 juta ton dengan *Striping Ratio* 2,8 maka PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN salah satu *jobsite* paling potensial besar untuk berkembang dan salah satu *Jobsite* paling menguntungkan untuk kontraktor PT. Kalimantan Prima Persada. Berikut gambar IUP PT. KPP *Jobsite* PCN dalam gambar berikut.

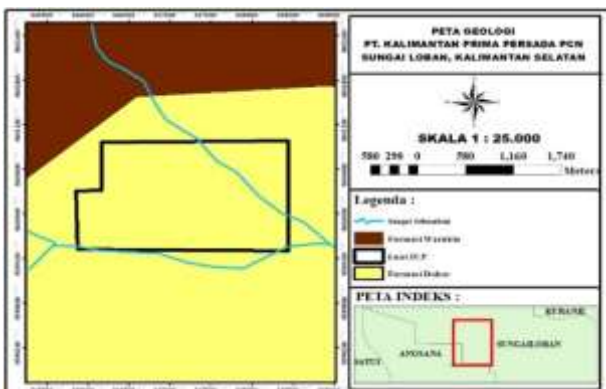


Gambar 5. Peta Lokasi IUP

2.2 Kondisi Struktur Geologi

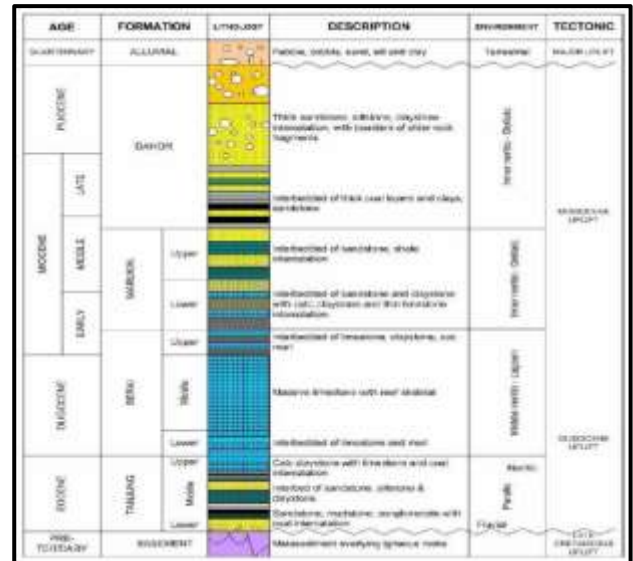
Kondisi Geologi & Stratigrafi IUP PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN termasuk dalam cekungan barito dan 14 Cekungan Kutai merupakan cekungan tempat batubara terakumulasi Formasi Tanjung, Formasi Warukin dan Formasi Dahor adalah sebagai pembawa lapisan batubara. Menurut peta geologi Lembar Kotabaru, daerah tambang termasuk ke dalam formasi dohor.

Pengendapan batuan formasi dohor dan warukin terjadi pada awal susut laut (regresi) Tersier. Formasi warukin terdiri atas perselingan batupasir kuarsa, batulempung, serpih, dan batugamping. Pada batupasir dan batulempung karbonatan sering dijumpai kongresi besi. Lapisan batubara tebal > 25 meter, hitam-abu-abu, getas, kurang padu terdapat pada Formasi Warukin. Tebal batuan Formasi Warukin antara 250 meter dan 750 meter. Fosil yang ditemukan pada adalah *Miogypsina* sp., *Cycloclypeus* sp., dan *lepidocyclina* cf. *Sumatrensis*, diperkirakan berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir. Lingkungan pengendapan laut dangkal (litoral) hingga paralis. Berikut peta geologi PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN.



Gambar 6. Peta Geologi IUP

Berdasarkan keadaan geologi PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN, adapun stratigrafi di wilayah sebagai berikut.

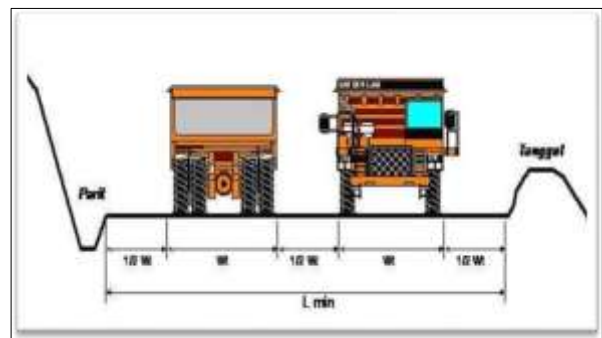


Gambar 7. Stratigrafi Lokasi IUP

2.3 Geometri Jalan

2.3.1 Lebar Jalan Lurus

Lebar jalan angkut merupakan hal yang paling berpengaruh terhadap kelancaran operasional penambangan, terutama lebar jalan lurus karena diharapkan di jalan lurus alat angkut akan tercapai target kecepatan (*Speed*) yang direncanakan perusahaan. Lebar jalan lurus di jalan tambang disesuaikan dengan jenis alat angkut terbesar yang akan dipakai untuk kegiatan alat angkut dan pertimbangan bahu jalan untuk kegiatan pemeliharaan (*Maintenance*) jalan dengan memakai alat *support* seperti Motor Grade atau Dozer.



Gambar 8. Lebar Jalan Lurus

Untuk menghitung lebar jalan lurus dapat menggunakan rumus berikut.

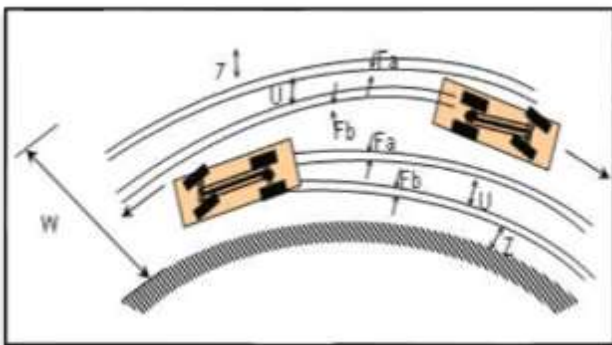
$$L(m) = n(Wt) + \{(n + 1) \times (1/2 \times Wt)\} \quad (1)$$

Keterangan :

- L(m) = Lebar jalan tambang minimum (meter)
- n = Jumlah jalur
- Wt = Lebar alat angkut (meter)

2.3.2 Lebar Jalan Tikungan

Setelah menentukan lebar jalan lurus, selanjutnya menentukan lebar jalan di tikungan. Lebar jalan lurus berbeda dengan lebar jalan di tikungan karena pada saat di tikungan kendaraan memerlukan ruang gerak yang lebih besar agar tidak melebar melebihi dari lebar jalan tikungan yang ada. Berikut penjelasan mengenai lebar jalan tikungan dalam gambar berikut.



Gambar 9. Lebar Jalan Tikungan

Untuk menentukan lebar jalan minimum di tikungan juga disesuaikan dengan alat angkut terbesar yang dipakai di jalan tersebut dan menggunakan rumus :

$$L_t = n \times (U + F_a + F_b + Z) + C \tag{2}$$

Keterangan :

- L_t = Lebar minimum jalan angkut pada tikungan (meter)
- U = Lebar jejak roda (meter)
- F_a = lebar jumbai (overhang) depan (meter)
- F_b = lebar jumbai belakang (meter)
- Z = lebar bagian tepi jalan (meter) = 1/2 (U + F_a + F_b)
- C = jarak antara alat angkut saat berpapasan (meter) = 1/2 (U + F_a + F_b)

2.3.3 Jari-Jari Tikungan

Jari-jari tikungan merupakan suatu nilai yang membatasi besar kelengkungan suatu tikungan di jalan. Jari-Jari tikungan alat angkut berhubungan dengan konstruksi alat angkut, terutama pada bagian jarak horizontal antara poros roda depan dan roda belakang. Sehingga jari-jari tikungan bisa dihitung sebagai berikut :

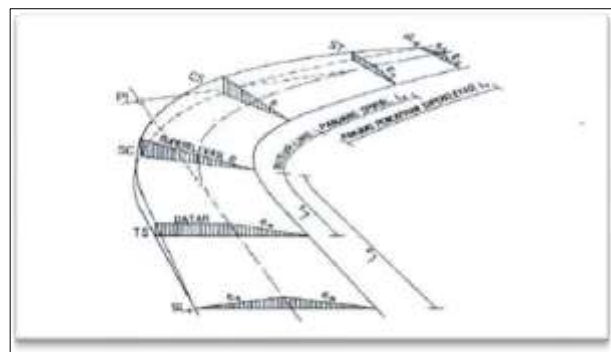
$$R = \frac{v^2}{127(e+f)} \tag{3}$$

Keterangan :

- R = Jari-jari tikungan (m)
- v = Kecepatan rencana kendaraan (Km/jam)
- e = Nilai *superelevasi*
- f = *Friction factor/ Koefisien Gesek*

2.3.4 *Superelevasi*

Superelevasi merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan bagian dalam karena perbedaan ketinggian. Superelevasi berhubungan erat dengan jari-jari belokan, kecepatan kendaraan dan perubahan kecepatan. Hal tersebut bertujuan untuk memperoleh komponen berat kendaraan guna mengimbangi kendaraan tegelincir keluar jalur (Suwandhi, 2004). Berikut penjelasan mengenai superelevasi dalam gambar berikut.



Gambar 10. Superelevasi

Superelevasi bisa dihitung menggunakan rumus :

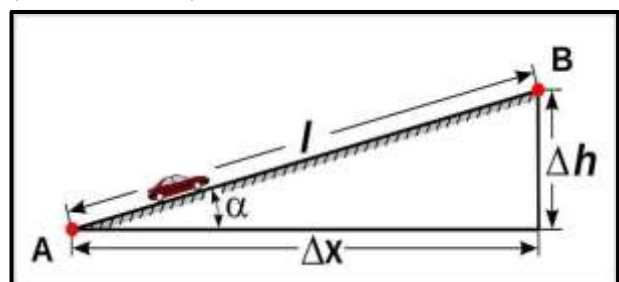
$$e + f = \frac{v^2}{127 \times R} \tag{5}$$

Keterangan :

- e = Angka Superelevasi
- f = Faktor Gesekan (*Friction Factor*)
- v = Kecepatan Rencana Alat Angkut (Km/Jam)
- R = Jari-jari Tikungan (m)

2.3.5 *Grade Jalan*

Grade Jalan merupakan kemiringan suatu jalan angkut dalam bentuk kecuraman atau kelandaian, dimana tingkat kecuraman dan kelandaian ini akan berpengaruh terhadap produksi alat angkut. Sudut kemiringandinyatakan dalam bentuk persentase, dimana kemiringan 1% merupakan kemiringan menanjak atau menurun satu meter secara vertikal dalam jarak horizontal 100 meter (Kaufmann,1977).



Gambar 11. Grade Jalan

Kemiringan jalan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Grade (\%) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \tag{8}$$

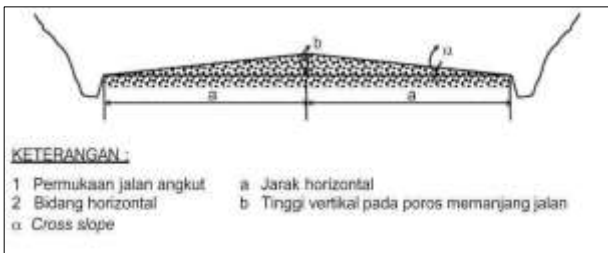
Keterangan :

Δh = Beda tinggi antara dua titik yang diukur (Meter)

Δx = Jarak datar antara dua titik yang diukur (Meter)

2.3.6 Cross Slope

Cross slope adalah sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Pada umumnya jalan tambang mempunyai bentuk penampang melintang cembung. Dibuat demikian dengan tujuan untuk memperlancar penyaliran. Apabila turun hujan atau sebab lain, maka air yang adapada permukaan jalan akan segera mengalir ke tepi jalan tambang, tidak berhentikan mengumpul pada permukaan jalan. Hal ini penting karena air yang menggenang pada permukaan jalan tambang akan membahayakan kendaraan yang lewat dan mempercepat kerusakan jalan. Berikut penjelasan mengenai *cross slope* dalam gambar berikut.



Gambar 12. Cross Slope

Cross slope dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{1}{2} \times l \tag{9}$$

$$Q = P \times 20 \text{ mm/m} \tag{10}$$

Keterangan :

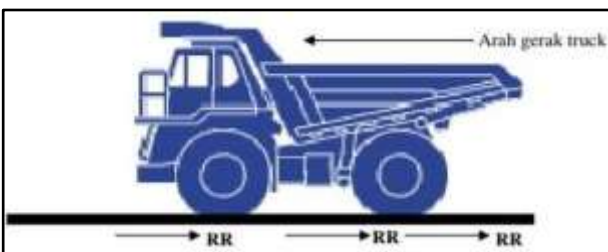
P = Kemiringan Melintang (mm/m)

l = Lebar Jalan (m)

Q = Jarak Vertikal (m)

2.3.7 Rolling Resistance

Tahanan gulir / tahanan gelincir (*rolling resistance*, biasa disingkat RR) merupakan segala gaya-gaya luar yang berlawanan arah atau tahanan yang berusaha menahan putaran roda dan arah gerak kendaraan di atas suatu jalur. Bagian yang mengalami RR secara langsung adalah ban kendaraan. Berikut penjelasan mengenai Rolling Resistance dalam gambar berikut.



Gambar 13. Rolling Resistance

Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai Rolling Resistance yaitu penetrasi ban (*Tyre Penetration*), yaitu amblasnya jalan akibat ban yang berjalan dan bisa



menambah hasil angka *Rolling Resistance*. Diperkirakan jika ban amblas 1 inchi, maka akan menambah Rolling Resistance sebesar 15 Kg/ton dan jika ban amblas 1 cm maka akan menambah Rolling Resistance sebesar 6 Kg/ton.

Gambar 14. Penetrasi Ban

Untuk menghitung nilai *Rolling Resistance* menggunakan rumus :

$$RR = CRR \times G \tag{11}$$

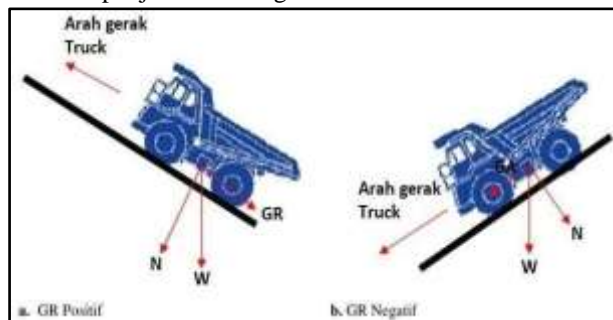
Keterangan :

CRR = Koefisien *Rolling Resistance*

G = Berat alat (Ton)

2.3.8 Grade Resistance

Grade Resistance adalah besarnya gaya yang membantu kendaraan agar bergerak karena kemiringan jalan yang dilewati kendaraan tersebut. Pengaruh kemiringan tersebut jika nilainya positif maka tanda tanjakan serta jika nilai minus maka tanda turunan. Berikut penjelasan mengenai *Grade Resistance* dalam



gambar berikut.

Gambar 15. Grade Resistance

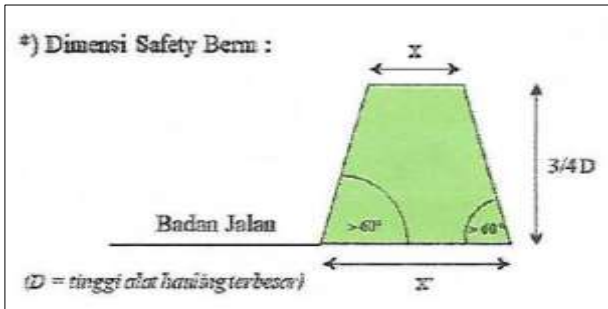
Untuk mendapatkan nilai Grade Resistance, memakai rumus :

$$GR = \text{Berat Kendaraan} \times \text{Grade jalan} \tag{12}$$

2.4 Tanggul Pengaman (Safety Berm)

Tanggul Pengaman (*Safety Berm*) merupakan sebuah tanggul yang terletak di sisi bahu jalan dan berbentuk trapesium dan materialnya berasal dari material *spoil* (lumpur), beton atau sejenis lainnya. Fungsi dari *safety berm* untuk menghentikan alat angkut yang sedang

beroperasi jika ada terjadi insiden. Menurut Kepmen ESDM 1827K tahun 2018 berbunyi “Setiap jalantambang atau produksi yang tersedia tanggul pengaman di sisi luar badan jalan dengan tinggi sekurang-kurangnya ¾ diameter roda kendaraan terbesar yang digunakan dan memperhitungkan potensi air limpasan dan atau material lepas yang dapat masuk ke jalan”. Berikut penjelasan mengenai bentuk Tanggul Pengaman (*Safety Berm*) dalam



gambar berikut.

Gambar 16. Tanggul Pengaman

Rumus mendapatkan tinggi tanggul pengaman ideal sebagai berikut.

$$Safety\ Berm = 3/4 \times \text{Diameter Ban Terbesar} \quad (13)$$

2.5 Pemisah Lajur (*Separator*)

Pemisah Lajur merupakan sebuah pemisah lajur di jalan tambang dengan bentuk memanjang sejajar jalan yang terletak di tengah jalan atau di persimpangan jalan. Tujuan pemisah lajur ini untuk memisahkan lajur lambat dan lajur lambat, tikungan dan persimpangan jalan. Menurut Kepmen ESDM 1827K tahun 2018 berbunyi “Setiap tikungan dan persimpangan jalan tambang atau produksi dipasang pemisah lajur (*separator*) dengan tinggi paling kurang setengah diameter roda kendaraan terbesar dan lebar bagian atas paling kurang sama dengan lebar roda kendaraan terbesar”. Berikut penjelasan mengenai pemisah lajur (*separator*) dalam gambar berikut.



Gambar 17. Pemisah Lajur

Rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$Separator = 1/2 \times 1/2 \text{ Diameter Ban Terbesar} \quad (14)$$

2.6 Rimpull

Rimpull (RP) merupakan besarnya kekuatan tarik

yang dapat diberikan oleh mesin atau alat tersebut kepada permukaan roda atau ban penggerak yang menyentuh permukaan jalan angkut. Bila *coefficient of traction* cukup tinggi untuk menghindari selip, maka rimpull maksimum adalah fungsi dari *horse power* (tenaga mesin) dan *Perseneling* (*gear ratio*) antara mesin dan roda-rodanya. Tetapi jika selip, maka RP maksimum akan sama dengan besarnya tenaga pada roda penggerak dikalikan *coefficient of traction*. (Partanto, 1996). Berikut penjelasan mengenai rimpull dalam gambar berikut.



Gambar 18. Rimpull

Besarnya nilai rimpull bisa menggunakan rumus berikut.

$$Rimpull = \frac{HP\ Kendaraan \times 375 \times Efisiensi\ Mekanis}{Rimpull} \quad (15)$$

Keterangan:

RP = Rimpull (N)

P = Daya/ Tenaga Mesin (hp)

V = Kecepatan (Kmh / mph)

2.7 Kecepatan (*Speed*)

Kecepatan merupakan hal yang terpenting dalam produksi *overburden*, karena jika kecepatan rencana tidak tercapai, maka produktivitas alat angkut pun tidak tercapai. Laju kecepatan alat angkut sangat dipengaruhi oleh besarnya hambatan (*Total Resistance*) yang dialami oleh alat angkut, semakin besar hambatan yang dialami alat angkut, maka semakin kecil kecepatan alat angkut tersebut. Secara umum untuk menentukan kecepatan alat angkut ada 2, pertama berdasarkan buku panduan yang dikeluarkan merk alat berat dan kedua berdasarkan rumus sebagai berikut.

$$Kecepatan = \frac{HP\ Kendaraan \times 375 \times Efisiensi\ Mekanis}{Rimpull} \quad (16)$$

Keterangan :

Hp Kendaraan = Horse Power Alat Angkut

2.8 Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut sangat berkaitan dengan waktu kerja efektif alat (HD 785-7), kondisi alat dan operator. Produktivitas alat angkut adalah tingkat keberhasilan alat angkut untuk memindahkan sejumlah material sesuai dengan target produksi yang telah ditetapkan dan sesuai dengan spesifikasi alat angkut yang digunakan. Secara umum untuk menentukan produktivitas alat angkut menggunakan rumus sebagai berikut.

$$P = \frac{c \times 60 \times E \times SF}{Ctm} \quad (17)$$

$$c = n \times q1 \times k \quad (18)$$

Keterangan :

P = Produksi (Bcm/Jam)
 K = Efisiensi Bucket Excavator (%)
 E = Efisiensi Kerja Excavator (%)
 Ctm = Cycle Time
 q1 = Kapasitas Bucket Excavator (Bcm)
 SF = Swell Factor (%)

2.9 Fuel Consumption

Fuel Consumption adalah Konsumsi Bahan Bakar merupakan perbandingan antara total konsumsi bahan bakar per liter dengan waktu kerja alat angkut dalam satuan jam.

Konsumsi bahan bakar sangat ditentukan oleh jam kerja (*Working Hours*) dari alat angkut sehingga jam kerja dari alat angkut harus dimonitoring secara berkelanjutan. Secara umum, Rumus menentukan *Fuel Consumption* sebagai berikut :

$$FC = \frac{\text{Jumlah Pemakaian Bahan Bakar (Liter)}}{\text{Jam Kerja (Jam)}} \quad (19)$$

2.10 Fuel Ratio

Fuel Ratio adalah nilai perbandingan antara penggunaan bahan bakar per jam (Liter/Jam) dengan hasil produksi dalam per jam (Ton/Jam). Jika nilai fuel ratio besar maka akan berdampak besarnya biaya (*cost*) produksi.

Rumus untuk menentukan nilai *fuel ratio* menurut Komatsu tahun 2008 sebagai berikut.

$$\text{Fuel Ratio} = \frac{FC}{P} \quad (20)$$

Keterangan

FR = Fuel Ratio (Liter/BCM) / (Liter/Ton)

FC = Konsumsi Bahan Bakar (Liter)

P = Produksi (BCM) (Ton)

2.11 Analisis Regresi Sederhana

Menurut Hasan, Iqbal (1999) Analisis regresi sederhana adalah suatu analisis untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan antara variabel bebas (variabel X) dengan variabel terikat (Y). Regresi sederhana atau korelasi sederhana biasanya digunakan untuk mengukur kekuatan salah satu variabel X dengan variabel Y sehingga jika terdapat hubungan antar variabel, maka perubahan yang terjadi salah satu variabel mengakibatkan terjadinya perubahan variabel lainnya. Berikut rumus analisis regresi sederhana sebagai berikut.

$$Y = a + Bx + \epsilon \quad (21)$$

Keterangan :

Y = Nilai yang diramalkan

a = Konstanta / *intercept*

b = Koefisien regresi / *slope*

€ = Nilai residu

3. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Jenis Penelitian ini merupakan penelitian penerapan, penelitian penerapan (*Applied Research*) merupakan penelitian yang bertujuan untuk mencari solusi mengenai masalah yang ada di lapangan. Penelitian ini juga dilakukan dengan eksperimen yaitu menggabungkan data teori dan praktik di lapangan sehingga data yang ditampilkan dalam penelitian ini yaitu data kuantitatif.

3.2 Instrumen Penelitian

3.2.1 GPS Geodetik RTK Sokkia

GPS Geodetik RTK Sokkia dalam penelitian ini berfungsi untuk pengambilan data untuk mengukur lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, Panjang jalan keseluruhan, Panjang dan lebar jalan per segmen, *Grade* jalan, elevasi per segmen, pengukuran tanggul pengaman (*Safety Berm*), pengukuran pemisah lajur (*Separator*). Berikut alat GPS Geodetik RTK Sokkia perusahaan di gambar berikut.



Gambar 19. GPS Geodetik RTK Sokkia

3.2.2 Drone Mavic 2 Pro

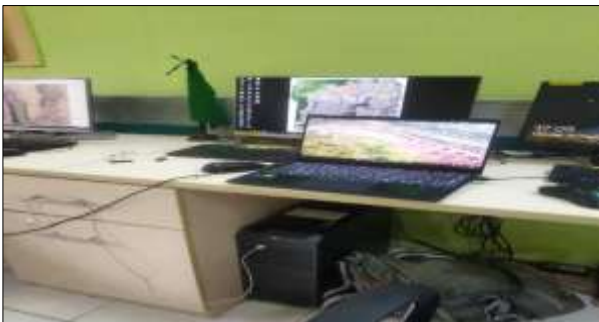
Drone Mavic 2 Pro dalam penelitian ini berfungsi untuk pengambilan data peta topografi dan pengambilan foto situasi kondisi jalan setiap harinya. Berikut alat drone mavic 2 pro di gambar berikut.



Gambar 19. Drone Mavic 2 Pro

3.2.3 Laptop

Laptop dalam penelitian ini berfungsi untuk tempat pengolahan data penelitian serta untuk membuat laporan penelitian. Berikut laptop yang dipakai di gambar berikut.

**Gambar 20.** Laptop

3.3 Teknik Pengumpulan Data

3.3.1 Studi Literatur

Kegiatan ini dilakukan dengan mempelajari teori yang berhubungan dengan materi yang akan dilakukan di lapangan melalui buku, literatur melalui internet serta laporan penelitian yang berkaitan dengan geometri jalan dan *Total Resistance*.

3.3.2 Observasi Lapangan

Kegiatan observasi lapangan terdiri dari :

- 1) Pengambilan data geometri jalan
 - a. Pengukuran lebar jalan dan tikungan jalan
 - b. Pengukuran elevasi dan koordinat jalan
 - c. Pengukuran superelevasi jalan
 - d. Pengukuran kemiringan (*grade*) jalan
 - e. Pengukuran tanggul pengaman (*Safety Berm*)
 - f. Pengukuran pemisah jalur (*Separator*)
- 2) Pengukuran waktu edar (*Cycle Time*) Alat Angkut

Pengukuran *Cycle Time* alat angkut (4 Komatsu HD 785-7) meliputi kegiatan *Spotting di Loading Point, Loading, Spotting di Dumping Point, Travel Time Loaded, Travel Time Empty dan Dumping*. Dimana *Cycle Time* akan diklasifikasikan dengan *Cycle Time* saat alat angkut bermuatan dan kosong. data di dapat dari hasil pengamatan saat alat angkut (Komatsu HD 785-7) melintasi jalan Putri Gunung Buih dan Arjunasastra mengambil 30 sampel data.

3) Pengukuran waktu edar (*Cycle Time*) Alat Muat

Pengukuran *Cycle Time* alat muat (1 Excavator Hitachi ZX 1200-6) meliputi kegiatan *Digging, Loaded Swing, Dumping, dan Empty Swing*. data di dapat dari hasil pengamatan saat alat muat (Hitachi EX 1200-6) sedang melakukan *loading* material lempung dan mengambil 30 sampel data.

3.3.3 Perumusan Masalah

Rumusan masalah ini disusun berdasarkan observasi lapangan untuk menjawab permasalahan dan menemukan solusi terhadap kegiatan produksi OB yang berkaitan dengan Speed dan Fuel Ratio.

3.3.4 Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan dua metode pengambilan data, yaitu :

1. Data Primer, yaitu data yang diambil langsung di lapangan, data itu terdiri dari :
 - a. Data Geometri Jalan Total, pengambilan data ini menggunakan alat GPS Geodetik RTK Sokkia
 - b. *Cycle Time* alat angkut dan alat muat, diambil langsung di lapangan dan diambil data sebanyak 30 sampel.
 - c. Speed alat angkut, pengambilan data ini menggunakan Garmin Virb dan GPS Geotracker.
2. Data Sekunder, yaitu data yang diambil buku literatur atau arsip perusahaan, data itu terdiri dari :
 - a. Spesifikasi alat muat dan alat angkut
 - b. Data pencapaian produktivitas hauler
 - c. Data Repair & Maintenance hauler
 - d. Data pencapaian Fuel Consumption
 - e. Data pencapaian Fuel Ratio

3.3.5 Pengolahan Data

Setelah data didapatkan, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan melakukan perhitungan sebagai berikut.

1. Perhitungan geometri jalan total.
2. Perhitungan *Total Resistance* (*Rolling Resistance, Grade Resistance, Penetrasi Ban*).
3. Perhitungan tanggul pengaman (*Safety Berm*).
4. Perhitungan pemisah jalur (*Separator*).
5. Perhitungan Rimpull
6. Persentase Kenaikan Speed Komatsu HD 785-7
7. Persentase kenaikan Produksi Komatsu HD 785-7
8. Persentase penurunan nilai Fuel Ratio Komatsu HD 785-7
9. Perhitungan Analisis Regresi Sederhana hubungan *Total Resistance* terhadap *Speed* dan *Fuel Ratio*.

4. Data, Analisis dan Pembahasan

Penelitian

4.1 Data Penelitian

4.1.1 Geometri Jalan

4.1.1.1 Lebar Jalan Lurus

Berikut data aktual lebar jalan lurus pada table 1
Table 1. Data Aktual Lebar Jalan Lurus

| No. | Segmen | Lebar Jalan (m) |
|-----|--------|-----------------|
| 1 | 1 | 30.15 |
| 2 | 2 | 17.43 |
| 3 | 10 | 14.01 |
| 4 | 11 | 10.49 |
| 5 | 17 | 20.34 |
| 6 | 18 | 18.12 |
| 7 | 19 | 18.82 |
| 8 | 25 | 16.88 |
| 9 | 26 | 15.64 |
| 10 | 27 | 19.54 |
| 11 | 28 | 22.10 |
| 12 | 29 | 22.53 |
| 13 | 30 | 25.63 |
| 14 | 31 | 20.59 |
| 15 | 32 | 29.68 |
| 16 | 33 | 22.53 |
| 17 | 34 | 15.98 |
| 18 | 35 | 19.86 |

4.1.1.2 Lebar Jalan Tikungan

Berikut data aktual lebar jalan tikungan pada table 2.

Table 2. Data Aktual Lebar Jalan Tikungan

| No. | Segmen | Lebar Jalan (m) |
|-----|--------|-----------------|
| 1 | 3 | 11.49 |
| 2 | 4 | 20.20 |
| 3 | 5 | 12.55 |
| 4 | 6 | 13.65 |
| 5 | 7 | 10.27 |
| 6 | 8 | 12.19 |
| 7 | 9 | 17.21 |
| 8 | 12 | 12.70 |

| | | |
|----|----|-------|
| 9 | 13 | 11.64 |
| 10 | 14 | 10.85 |
| 11 | 15 | 16.80 |
| 12 | 16 | 11.27 |
| 13 | 20 | 18.03 |
| 14 | 21 | 16.43 |
| 15 | 22 | 16.08 |
| 16 | 23 | 18.30 |
| 17 | 24 | 22.22 |

4.1.1.3 Jari-Jari Tikungan

Berdasarkan data aktual di lapangan, PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN tidak menerapkan perhitungan Jari-Jari tikungan di jalan pit majapahit, hal ini dikarenakan keadaan di lapangan Pit Majapahit yang mayoritas lempung sehingga di area tersebut banyak kolam lumpur yang mengakibatkan dalam merencanakan geometri jalan pun terbatas dan ditambah dengan area kerja (*Working Area*) yang terbatas mengakibatkan tidak pernah adanya perhitungan Jari-jari tikungan yang dilakukan oleh perusahaan.

4.1.1.4 Grade Jalan

Berikut data grade jalan kondisi lajur bermuatan dan kosong dalam table 3. Dan 4.

Tabel 3. Data Grade Jalan Aktual Lajur Bermuatan

| Segmen | Δh (m) | Δx (m) | Grade (%) |
|--------|----------------|----------------|-----------|
| 1 | 5.19 | 52 | 10.0 |
| 2 | 7.6 | 52 | 14.6 |
| 3 | 7.5 | 63 | 11.9 |
| 4 | -5.4 | 45 | -12 |
| 5 | -4.3 | 50 | -8.6 |
| 6 | -5 | 43 | -11.6 |
| 7 | -6 | 95 | -6.3 |
| 8 | 5 | 100 | 5.0 |
| 9 | 6.2 | 100 | 6.2 |
| 10 | 7 | 100 | 7.0 |
| 11 | 7.5 | 50 | 15.0 |
| 12 | 3 | 50 | 6.0 |
| 13 | 4 | 50 | 8.0 |
| 14 | 3.7 | 50 | 7.4 |
| 15 | 4 | 50 | 8.0 |
| 16 | 5.2 | 53 | 9.8 |

| | | | |
|----|--------|-----|-------|
| 17 | 5 | 40 | 12.5 |
| 18 | 5 | 100 | 5.0 |
| 19 | 5.2 | 100 | 5.2 |
| 20 | 7.5 | 100 | 7.5 |
| 21 | 7.5 | 100 | 7.5 |
| 22 | 6.4 | 100 | 6.4 |
| 23 | 2.6 | 100 | 2.6 |
| 24 | 3.6 | 100 | 3.6 |
| 25 | 5.7 | 100 | 5.7 |
| 26 | 6.9 | 100 | 6.9 |
| 27 | 6.3 | 100 | 6.3 |
| 28 | 6 | 100 | 6.0 |
| 29 | 5.4 | 100 | 5.4 |
| 30 | 4.2 | 100 | 4.2 |
| 31 | 5.6 | 100 | 5.6 |
| 32 | 4.5 | 100 | 4.5 |
| 33 | 6.7 | 100 | 6.7 |
| 34 | 5.6 | 100 | 5.6 |
| 35 | -12.86 | 89 | -14.4 |

| | | | |
|----|-------|-----|-------|
| 19 | -5.2 | 100 | -5.2 |
| 18 | -5 | 100 | -5 |
| 17 | -5 | 40 | -12.5 |
| 16 | -5.2 | 53 | -9.8 |
| 15 | 4 | 50 | 8.0 |
| 14 | 3.7 | 50 | 7.4 |
| 13 | 4 | 50 | 8.0 |
| 12 | 3 | 50 | 6.0 |
| 11 | -7.5 | 50 | -7.5 |
| 10 | -7 | 100 | -7 |
| 9 | -6.2 | 100 | -6.2 |
| 8 | -5 | 100 | -5 |
| 7 | 6 | 95 | 6.3 |
| 6 | 5 | 43 | 11.6 |
| 5 | 4.3 | 50 | 8.6 |
| 4 | 5.4 | 45 | 12.0 |
| 3 | 7.5 | 63 | 11.9 |
| 2 | 7.6 | 52 | 14.6 |
| 1 | -5.19 | 52 | -10 |

Table 4. Data Grade Jalan Aktual Lajur Kosongan

| Segmen | Δh (m) | Δx (m) | Grade (%) |
|--------|--------|--------|-----------|
| 35 | 12.86 | 89 | 14.4 |
| 34 | 5.6 | 100 | 5.6 |
| 33 | 6.7 | 100 | 6.7 |
| 32 | 4.5 | 100 | 4.5 |
| 31 | 5.6 | 100 | 5.6 |
| 30 | 4.2 | 100 | 4.2 |
| 29 | 5.4 | 100 | 5.4 |
| 28 | 6 | 100 | 6.0 |
| 27 | 6.3 | 100 | 6.3 |
| 26 | 6.9 | 100 | 6.9 |
| 25 | -5.7 | 100 | -5.7 |
| 24 | -3.6 | 100 | -3.6 |
| 23 | -2.6 | 100 | -2.6 |
| 22 | -6.4 | 100 | -6.4 |
| 21 | -7.5 | 100 | -7.5 |
| 20 | -7.5 | 100 | -7.5 |



Gambar 21. Profil Jalan Memanjang Pit Majapahit Hingga Disposil Disposil

4.1.1.5 *Superelevasi*

Berikut data grade jalan kondisi lajur bermuatan dan kosong dalam table 5. Dan 6.

Tabel 5. Data Aktual Superelevasi Jalan Bermuatan

| No. | Segmen | Beda Tinggi (m) |
|-----|--------|-----------------|
| 1 | 3 | 0.19 |
| 2 | 4 | 0.98 |
| 3 | 5 | 1.27 |

| | | |
|----|----|------|
| 4 | 6 | 0.19 |
| 5 | 7 | 0.16 |
| 6 | 8 | 0.28 |
| 7 | 9 | 0.14 |
| 8 | 12 | 0.20 |
| 9 | 13 | 0.16 |
| 10 | 14 | 0.18 |
| 11 | 15 | 0.15 |
| 12 | 16 | 0.30 |
| 13 | 20 | 0.96 |
| 14 | 21 | 0.05 |
| 15 | 22 | 0.39 |
| 16 | 23 | 0.25 |
| 17 | 24 | 0.17 |

4.1.1.6 Cross Slope

Berikut data cross slope dalam table 7.

Table 7. Data Aktual Cross Slope

| No. | Segmen | Beda Tinggi (cm) |
|-----|--------|------------------|
| 1 | 1 | 12 |
| 2 | 2 | 35 |
| 3 | 10 | 21 |
| 4 | 11 | 5 |
| 5 | 17 | 50 |
| 6 | 18 | 17 |
| 7 | 19 | 60 |
| 8 | 25 | 7 |
| 9 | 26 | 18 |
| 10 | 27 | 32 |
| 11 | 28 | 31 |
| 12 | 29 | 41 |
| 13 | 30 | 27 |
| 14 | 31 | 67 |
| 15 | 32 | 55 |
| 16 | 33 | 24 |
| 17 | 34 | 52 |
| 18 | 35 | 8 |

4.1.1.7 Tanggul Pengaman (Safety Berm)

Berikut data Tanggul Pengaman (*Safety Berm*) dalam table 8.

table 8. Data Aktual Tinggi Tanggul Pengaman

| No. | Segmen | Tinggi Tanggul (m) |
|-----|--------|--------------------|
| 1 | 1 | 0.95 |
| 2 | 2 | 1.25 |
| 3 | 3 | 1.12 |
| 4 | 4 | 0.75 |
| 5 | 5 | 0.87 |
| 6 | 6 | 0.71 |
| 7 | 7 | 1.75 |
| 8 | 8 | 0.98 |
| 9 | 9 | 1.14 |
| 10 | 10 | 1.20 |
| 11 | 11 | 1.35 |
| 12 | 12 | 1.26 |
| 13 | 13 | 0.78 |
| 14 | 14 | 1.34 |
| 15 | 15 | 2.11 |
| 16 | 16 | 1.35 |
| 17 | 17 | 2.01 |
| 18 | 18 | 2.09 |
| 19 | 19 | 1.09 |
| 20 | 20 | 2.12 |
| 21 | 21 | 2.25 |
| 22 | 22 | 2 |
| 23 | 23 | 2.05 |

| | | |
|----|----|------|
| 24 | 24 | 2 |
| 25 | 25 | 0.95 |
| 26 | 26 | 2.5 |
| 27 | 27 | 3 |
| 28 | 28 | 2.1 |
| 29 | 29 | 3.5 |
| 30 | 30 | 3 |
| 31 | 31 | 2.03 |
| 32 | 32 | 3 |
| 33 | 33 | 3.12 |
| 34 | 34 | 3.20 |
| 35 | 35 | 2.94 |

4.1.1.8 Pemisah Lajur (*Separator*)

Berikut data Pemisah Lajur (*Separator*) dalam table 9.

Tabel 9. Data Aktual Tinggi Separator

| No. | Segmen | Tinggi Separator (m) |
|-----|--------|----------------------|
| 1 | 17 | Tidak Ada Separator |
| 2 | 27 | Tidak Ada Separator |
| 3 | 32 | 0.88 |

4.1.1.9 Kecepatan (*Speed*)

Berikut data Kecepatan (*Speed*) lajur bermuatan dalam table 10.

Table 10. Data Aktual Kecepatan Lajur Muatan

| Eqnum | Empty speed | |
|--------|---------------|--------------|
| | Plan (Km/Jam) | Act (Km/Jam) |
| DT7093 | 50.0 | 35.45 |
| DT7094 | 50.0 | 35.50 |

| | | |
|---------------|-------------|--------------|
| DT7095 | 50.0 | 35.45 |
| DT7053 | 50.0 | 35.50 |
| HD7857 | 50.0 | 35.48 |

Berikut data Kecepatan (*Speed*) lajur kosongan dalam table 11.

Table 11. Data Aktual Kecepatan Lajur Kosongan

| Eqnum | Loaded speed | |
|---------------|---------------|--------------|
| | Plan (Km/Jam) | Act (Km/Jam) |
| DT7093 | 17.0 | 13.85 |
| DT7094 | 17.0 | 13.82 |
| DT7095 | 17.0 | 14.42 |
| DT7053 | 17.0 | 13.74 |
| HD7857 | 17.0 | 13.97 |

4.1.1.10 Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Muat

Waktu edar alat muat juga diperlukan di dalam penelitian ini, dimana waktu edar alat muat terdiri dari *Digging time*, *Swing loading time*, *Dumping time* dan *Swing empty time*. Alat muat yang dipakai PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN yaitu Hitachi EX 1200-6 dengan EGI Number PC 2030. Dari data pengamatan di lapangan diambil data sebanyak 30 dan diketahui bahwa waktu edar alat muat rata-rata 23.30 detik.



Gambar 22. Hitachi EX 1200-6 EGI PC-2030

4.1.1.11 Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Angkut

Waktu edar alat angkut salah satu hal penting di analisis dalam penelitian ini, dimana waktu edar alat angkut terdiri dari *Loading loaded*, *Spotting time loaded*, *Travel Loaded Time*, *Spotting time empty*, *dumping time* dan *Travel Empty Time*. Alat angkut yang dipakai di PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN untuk mengangkut *overburden* yaitu Komatsu HD 785-7 dengan EGI Number DT 7053, DT 7093, DT 7094 dan DT 7095 yang beroperasi sebanyak 4 unit. Dari data pengamatan di lapangan diambil data sebanyak 30 dan diketahui bahwa waktu edar alat angkut rata-rata 19.04 menit.



Gambar 23. Komatsu HD 785-7

| EGI Num | Fuel Consumption (Ltr/Jam) | Produktivitas (Bcm/Jam) | Fuel Ratio (Bcm/Ltr) |
|----------|----------------------------|-------------------------|----------------------|
| DT 7053 | 77.39 | 108.41 | 0.71 |
| DT 7093 | 71.13 | 105.10 | 0.66 |
| DT 7094 | 73.79 | 109.72 | 0.68 |
| DT 7095 | 70.39 | 106.13 | 0.65 |
| HD 785-7 | 73.18 | 107.34 | 0.68 |

4.1.1.12 Produktivitas Alat Angkut

Untuk di PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite PCN target produksi perusahaan bulan Maret - April tahun 2022 yaitu 288.000 Bcm/Bulan, sedangkan kondisi aktual hanya 231.860 Bcm/Bulan. Sehingga dari data tersebut menunjukkan bahwa target produksi belum tercapai. berikut data aktual produksi alat angkut Bulan Maret – April.

Table 12. Data Produksi Alat Angkut

| Komatsu HD 785-7 | |
|------------------|----------------------|
| EGI Num | Produksi (Bcm/Bulan) |
| DT 7053 | 58.541 |
| DT 7093 | 56.754 |
| DT 7094 | 59.249 |
| DT 7095 | 57.310 |
| Total | |
| Actual | 231.860 |
| Plan | 288,000 |
| Achieve | 80.51% |

4.1.1.13 Fuel Consumption

Berikut nilai Konsumsi Bahan Bakar Komatsu HD 785-7 untuk bulan Maret – April.

Table 13. Data Konsumsi Bahan Bakar

| EQ-Num | Fuel Usage (Ltr) | Hoursmeter (Jam) | FC (Ltr/Jam) |
|--------------|------------------|------------------|--------------|
| DT7053 | 17,970 | 232.2 | 77.39 |
| DT7093 | 15,627 | 219.7 | 71.13 |
| DT7094 | 17,392 | 235.7 | 73.79 |
| DT7095 | 15,874 | 225.5 | 70.39 |
| HD785 | 66,863 | 913 | 73.20 |

4.1.1.14 Fuel Ratio

Berikut nilai *fuel ratio* Komatsu HD 785-7 untuk bulan Maret – April.

Table 14. Data Fuel Ratio

4.2 Analisis Data Penelitian

4.2.1 Geometri Jalan

4.2.1.1 Lebar Jalan Lurus

Perhitungan lebar jalan lurus, menggunakan perhitungan lebar jalan minimum dua lajur.

$$\begin{aligned}
 L_{min} &= (n \times Wt) + (n + 1) \times (1/2 \times Wt) \\
 &= (2 \times 6.885) + (2+1) \times (1/2 \times 6.885) \\
 &= 24.09 \text{ Meter}
 \end{aligned}$$

Perbandingan kondisi aktual dan ideal jalan lurus ada dalam table berikut.

Table 15. Perbandingan Jalan Aktual dan Ideal

| Segmen | Lebar Jalan Aktual (m) | Lebar Jalan Ideal (m) | Kondisi |
|--------|------------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | 30.15 | 25 | Ideal |
| 2 | 17.43 | 25 | Tidak Ideal |
| 10 | 14.01 | 25 | Tidak Ideal |
| 11 | 10.49 | 25 | Tidak Ideal |
| 17 | 20.34 | 25 | Tidak Ideal |
| 18 | 18.12 | 25 | Tidak Ideal |
| 19 | 18.82 | 25 | Tidak Ideal |
| 25 | 16.88 | 25 | Tidak Ideal |
| 26 | 15.64 | 25 | Tidak Ideal |
| 27 | 19.54 | 25 | Tidak Ideal |
| 28 | 22.10 | 25 | Tidak Ideal |
| 29 | 22.53 | 25 | Tidak Ideal |
| 30 | 25.63 | 25 | Ideal |

| | | | |
|----|-------|----|-------------|
| 31 | 20.59 | 25 | Tidak Ideal |
| 32 | 29.68 | 25 | Tidak Ideal |
| 33 | 22.53 | 25 | Tidak Ideal |
| 34 | 15.98 | 25 | Tidak Ideal |
| 35 | 19.86 | 25 | Tidak Ideal |

4.2.1.2 Lebar Jalan Tikungan

Perhitungan lebar jalan lurus, menggunakan perhitungan lebar jalan minimum dua lajur, dan diketahui alat angkut terbesar yang dipakai yaitu Komatsu HD 785-7 yang memiliki spesifikasi alat sebagai berikut.

- a. Jarak roda depan dengan bagian depan truck (Ad) = 2,15 m
- b. jarak roda belakang dengan bagian belakang truck (Ab) = 3,19 m
- c. jejak antar Roda (U) = 5,2 m
- d. jumlah lajur (n) = 2
- e. jarak antara poros roda depan dan belakang (Wb) = 4,95 m
- f. jari – jari lintasan roda depan (R) = 10,1 m

$$R = \frac{WB}{\sin \alpha}$$

$$\sin \alpha = Wb / R$$

$$\sin \alpha = 4.95 / 10.1 = 0.49009901$$

$$\text{Arc Sin} = 0.49009901$$

$$A = 29,34^\circ$$

$$Fa = Ad \sin \alpha = 2,15 \text{ m} \times \sin 29,34^\circ = 1,053 \text{ m}$$

$$Fb = Ab \sin \alpha = 3,19 \text{ m} \times \sin 29,34^\circ = 1,563 \text{ m}$$

$$C = Z = \frac{1}{2} (U + fa + fb) = \frac{1}{2} (5,2 \text{ m} + 1,053 \text{ m} + 1,563 \text{ m}) = 3,908 \text{ m}$$

$$Lt = n (U + Fa + Fb + Z) + C = 2 (5,2 \text{ m} + 1,053 \text{ m} + 1,563 \text{ m} + 3,908 \text{ m}) + 3,908 \text{ m} = 27,357 \text{ m}$$

Perbandingan kondisi aktual dan ideal jalan tikungan ada dalam tabel berikut.

Table 16. Perbandingan Jalan Aktual dan Ideal

| Segmen | Lebar Jalan Aktual (m) | Lebar Jalan Ideal (m) | Kondisi |
|--------|------------------------|-----------------------|-------------|
| 3 | 11.49 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 4 | 20.20 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 5 | 12.55 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 6 | 13.65 | 27.5 | Tidak Ideal |

| | | | |
|----|-------|------|-------------|
| 7 | 10.27 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 8 | 12.19 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 9 | 17.21 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 12 | 12.70 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 13 | 11.64 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 14 | 10.85 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 15 | 16.80 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 16 | 11.27 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 20 | 18.03 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 21 | 16.43 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 22 | 16.08 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 23 | 18.30 | 27.5 | Tidak Ideal |
| 24 | 22.22 | 27.5 | Tidak Ideal |

4.2.1.3 Jari-Jari Tikungan

Untuk di PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite PCN memiliki kecepatan rencana di tikungan yaitu 40 Km/Jam, sehingga jari-jari tikungan ideal nya sebagai berikut.

$$R = \frac{v^2}{127(E+F)} = \frac{(40)^2}{127(0.04 + 0.166)} = 61.16 \text{ m}$$

Perbandingan kondisi aktual dan ideal Jari-jari tikungan ada dalam tabel berikut.

Table 17. Perbandingan Jari-Jari Tikungan Aktual dan Ideal

| Segmen Jalan | Jari- jari Tikungan Aktual (m) | Jari-jari tikungan Ideal (m) | Kondisi |
|----------------|--------------------------------|------------------------------|-------------|
| Jalan Tikungan | Tidak Ada | 61.16 | Tidak Ideal |

4.2.1.4 Superelevasi

Superelevasi adalah kemiringan badan jalan di tikungan. Tujuan dibentuknya superelevasi untuk membantu alat angkut agar saat bermanuver di tikungan tidak tergelincir menggunakan kecepatan maksimum. Berdasarkan pengamatan di lapangan, rencana kecepatan alat angkut saat melewati tikungan sekitar 40 km/jam sehingga untuk menentukan koefisien gesek dengan $v = 40 \text{ km/jam}$ rumusnya sebagai berikut.

$$f = -0,00065 \times V + 0,192 = -0,00065 \times 40 + 0,192$$

= 0,166 atau 16,6 %

Maka didapatkan nilai koefisien gesek untuk kecepatan rencana 40km/jam yaitu 0,166 atau 16,6%. Selanjutnya, yaitu menghitung nilai superelevasi dengan rumus berikut.

$$e + f = \frac{V^2}{127 \times R}$$

$$e + f = \frac{127 \times R}{V^2}$$

$$e + 0.166 = (127 \times 61.16) / 40^2$$

$$e = 0.04 \text{ m/m atau } 4\%$$

Maka didapatkan nilai superelevasi ideal untuk Jari-jari tikungan 61.16 m yaitu 4%. Setelah mendapatkan nilai superelevasi, Langkah selanjutnya menghitung beda tinggi antara sisi dalam dan sisi luar dengan menggunakan rumus berikut.

tan a = e
 tg α = 0,04 ;
 maka α = 2,29°
 a = r x sin α
 = 27,357 m x sin 2,29°
 = 1,98 meter

Table 18. Perbandingan Aktual dan Ideal Lajur Muatan

| Segmen | Beda Tinggi Aktual (m) | Beda Tinggi Ideal (m) | Kondisi |
|--------|------------------------|-----------------------|-------------|
| 3 | 0.19 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 4 | 0.98 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 5 | 1.27 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 6 | 0.19 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 7 | 0.16 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 8 | 0.28 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 9 | 0.14 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 12 | 0.20 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 13 | 0.16 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 14 | 0.18 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 15 | 0.15 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 16 | 0.30 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 20 | 0.96 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 21 | 0.05 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 22 | 0.39 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 23 | 0.25 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 24 | 0.17 | 1.98 | Tidak Ideal |

Setelah mengetahui nilai superelevasi lajur muatan,

berikut table 19 memuat nilai superelevasi lajur kosongan

Table 19. Perbandingan Aktual dan Ideal Lajur Kosongan

| Segmen | Beda Tinggi Aktual (m) | Beda Tinggi Ideal (m) | Kondisi |
|--------|------------------------|-----------------------|-------------|
| 24 | 0.30 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 23 | 0.09 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 22 | 0.23 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 21 | 1.09 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 20 | 0.12 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 16 | 0.46 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 15 | 0.30 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 14 | 0.28 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 13 | 0.18 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 12 | 1.82 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 9 | 0.15 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 8 | 0.30 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 7 | 0.96 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 6 | 0.05 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 5 | 0.39 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 4 | 0.25 | 1.98 | Tidak Ideal |
| 3 | 0.23 | 1.98 | Tidak Ideal |

4.2.1.5 Grade Jalan

Kemiringan jalan merupakan salah satu hal penting yang harus diperhatikan di jalan tambang. Karena jika grade jalan tidak diperhatikan maka akan mempengaruhi *Speed*, *Cycle Time* dan *Fuel Consumption* alat angkut. Kemiringan jalan angkut optimum yang ditetapkan perusahaan sekitar 8- 10%, namun untuk efisiensi alat dan bahan bakar maka perusahaan menetapkan grade optimum sekitar 8%. Berdasarkan pengamatan di jalan Pit Majapahit, ada beberapa segmen jalanyang memiliki nilai grade >8 % sehingga dibutuhkan geometri Kembali jalan tersebut. Berikut table 19 yang memuat grade jalan lajur muatan.

Table 19. Perbandingan Aktual dan Ideal Lajur Muatan

| Segmen | Grade Aktual (%) | Grade Ideal (%) | Kondisi |
|--------|------------------|-----------------|---------|
|--------|------------------|-----------------|---------|

| | | | |
|----|-------|---|-------------|
| 1 | 10.0 | 8 | Tidak Ideal |
| 2 | 14.6 | 8 | Tidak Ideal |
| 3 | 11.9 | 8 | Tidak Ideal |
| 4 | -12 | 8 | Ideal |
| 5 | -8.6 | 8 | Ideal |
| 6 | -11.6 | 8 | Ideal |
| 7 | -6.3 | 8 | Ideal |
| 8 | 5.0 | 8 | Ideal |
| 9 | 6.2 | 8 | Ideal |
| 10 | 7.0 | 8 | Ideal |
| 11 | 15.0 | 8 | Tidak Ideal |
| 12 | 6.0 | 8 | Ideal |
| 13 | 8.0 | 8 | Ideal |
| 14 | 7.4 | 8 | Ideal |
| 15 | 8.0 | 8 | Ideal |
| 16 | 9.8 | 8 | Tidak Ideal |
| 17 | 12.5 | 8 | Tidak Ideal |
| 18 | 5.0 | 8 | Ideal |
| 19 | 5.2 | 8 | Ideal |
| 20 | 7.5 | 8 | Ideal |
| 21 | 7.5 | 8 | Ideal |
| 22 | 6.4 | 8 | Ideal |
| 23 | 2.6 | 8 | Ideal |
| 24 | 3.6 | 8 | Ideal |
| 25 | 5.7 | 8 | Ideal |
| 26 | 6.9 | 8 | Ideal |
| 27 | 6.3 | 8 | Ideal |
| 28 | 6.0 | 8 | Ideal |
| 29 | 5.4 | 8 | Ideal |
| 30 | 4.2 | 8 | Ideal |
| 31 | 5.6 | 8 | Ideal |
| 32 | 4.5 | 8 | Ideal |
| 33 | 6.7 | 8 | Ideal |
| 34 | 5.6 | 8 | Ideal |
| 35 | -14.4 | 8 | Ideal |

| Segmen | Grade Aktual (%) | Grade Ideal (%) | Kondisi |
|--------|------------------|-----------------|-------------|
| 35 | 14.4 | 8 | Tidak Ideal |
| 34 | 5.6 | 8 | Ideal |
| 33 | 6.7 | 8 | Ideal |
| 32 | 4.5 | 8 | Ideal |
| 31 | 5.6 | 8 | Ideal |
| 30 | 4.2 | 8 | Ideal |
| 29 | 5.4 | 8 | Ideal |
| 28 | 6.0 | 8 | Ideal |
| 27 | 6.3 | 8 | Ideal |
| 26 | 6.9 | 8 | Ideal |
| 25 | -5.7 | 8 | Ideal |
| 24 | -3.6 | 8 | Ideal |
| 23 | -2.6 | 8 | Ideal |
| 22 | -6.4 | 8 | Ideal |
| 21 | -7.5 | 8 | Ideal |
| 20 | -7.5 | 8 | Ideal |
| 19 | -5.2 | 8 | Ideal |
| 18 | -5 | 8 | Ideal |
| 17 | -12.5 | 8 | Ideal |
| 16 | -9.8 | 8 | Ideal |
| 15 | 8.0 | 8 | Ideal |
| 14 | 7.4 | 8 | Ideal |
| 13 | 8.0 | 8 | Ideal |
| 12 | 6.0 | 8 | Ideal |
| 11 | -7.5 | 8 | Ideal |
| 10 | -7 | 8 | Ideal |
| 9 | -6.2 | 8 | Ideal |
| 8 | -5 | 8 | Ideal |
| 7 | 6.3 | 8 | Ideal |
| 6 | 11.6 | 8 | Tidak Ideal |
| 5 | 8.6 | 8 | Tidak Ideal |
| 4 | 12.0 | 8 | Tidak Ideal |
| 3 | 11.9 | 8 | Tidak Ideal |
| 2 | 14.6 | 8 | Tidak Ideal |
| 1 | -10 | 8 | Ideal |

Setelah mengetahui nilai grade jalan lajur muatan, selanjutnya berikut table 20 yang memuat nilai grade jalan lajur kosongan

Table 20. Perbandingan Aktual dan Ideal Lajur Kosongan

4.2.1.6 Grade Jalan

Nilai *cross slope* yang disarankan di jalan tambang yaitu 20 – 40 mm/m jarak dari bagian tepi ke bagian tengah jalan, pada penelitian ini penulis menggunakan nilai minimal sebesar 20 mm/m sesuai dengan panduan *KPP Road Management System*. untuk menentukan *cross slope* jalan Pit Majapahit PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN dengan lebar minimum 25 meter bisa menggunakan rumus berikut.

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

$$b = a \times 20 \text{ mm/m}$$

$$a = \frac{1}{2} \times 25 \text{ m} = 12,5 \text{ m}$$

$$b = 12,5 \text{ m} \times 20 \text{ mm/m}$$

$$b = 250 \text{ mm} = 25 \text{ cm atau } 2,5^\circ$$

Sehingga dari perhitungan didapat nilai *cross slope* ideal untuk lebar jalan minimal 25 meter yaitu 25 cm.

Table 21. Nilai Perbandingan Cross Slope Aktual dan Ideal

| Segmen | Beda Tinggi Aktual (cm) | Beda Tinggi Ideal (cm) | Kondisi |
|--------|-------------------------|------------------------|-------------|
| 1 | 12 | 25 | Tidak Ideal |
| 2 | 35 | 25 | Ideal |
| 10 | 21 | 25 | Tidak Ideal |
| 11 | 5 | 25 | Tidak Ideal |
| 17 | 50 | 25 | Ideal |
| 18 | 17 | 25 | Tidak Ideal |
| 19 | 60 | 25 | Ideal |
| 25 | 7 | 25 | Tidak Ideal |
| 26 | 18 | 25 | Tidak Ideal |
| 27 | 32 | 25 | Ideal |
| 28 | 31 | 25 | Ideal |
| 29 | 41 | 25 | Ideal |
| 30 | 27 | 25 | Ideal |
| 31 | 67 | 25 | Ideal |
| 32 | 55 | 25 | Ideal |
| 33 | 24 | 25 | Tidak Ideal |
| 34 | 22 | 25 | Tidak Ideal |
| 35 | 8 | 25 | Tidak Ideal |

4.2.1.7 Rolling Resistance

Di setiap segmen Jalan Pit Majapahit PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN memiliki nilai Koefisien *Rolling Resistance* yang termasuk tanah atau pasir lepas dan batu pecah sehingga memiliki nilai Koefisien Rolling

Resistance (CRR) sebesar 10%. Berikut nilai *Rolling Resistance* segmen 1 kondisi HD785 Muatan dan kondisi HD 785 Kosongan.

Rolling Resistance

$$= \text{CRR} \times \text{Berat Kendaraan Bermuatan}$$

$$= 10\% \times 163,08 \text{ Ton} = 16.308 \text{ Ton}$$

Rolling Resistance

$$= \text{CRR} \times \text{Berat Kendaraan Kosongan}$$

$$= 10\% \times 72 \text{ Ton}$$

$$= 7.200 \text{ Ton}$$

4.2.1.8 Grade Resistance

Berikut nilai *grade resistance* semua segmen lajur muatan dan kosongan dalam tabel berikut.

Table 22. Nilai Grade Resistance Lajur Muatan

| Segmen | Grade Resistance (Ton) |
|--------|------------------------|
| 1 | 16.330,8 |
| 2 | 2.380,9 |
| 3 | 1.940,6 |
| 4 | -880,632 |
| 5 | -701,244 |
| 6 | -815,4 |
| 7 | -978,48 |
| 8 | 815,4 |
| 9 | 1.011,1 |
| 10 | 1.141,5 |
| 11 | 2.446,2 |
| 12 | 978,5 |
| 13 | 1.304,6 |
| 14 | 1.206,8 |
| 15 | 1.304,6 |
| 16 | 1.598,1 |
| 17 | 2.038,5 |
| 18 | 815,4 |
| 19 | 848,1 |
| 20 | 1.223,1 |
| 21 | 1.223,1 |
| 22 | 1.043,7 |
| 23 | 424 |
| 24 | 587,1 |
| 25 | 929,5 |
| 26 | 1.125,2 |
| 27 | 1.027,4 |
| 28 | 978,4 |
| 29 | 880,6 |
| 30 | 684,9 |
| 31 | 913,2 |
| 32 | 733,8 |
| 33 | 1.092,6 |
| 34 | 913,2 |
| 35 | -2,348 |

Setelah mengetahui nilai lajur muatan, selanjutnya nilai grade lajur kosongan sebagai berikut.

Table 23. Nilai Grade Resistance Lajur Kosongan

| Segmen | Grade Resistance (Ton) |
|--------|------------------------|
| 35 | 1.040,8 |
| 34 | 403,2 |
| 33 | 482,4 |
| 32 | 324 |
| 31 | 403,2 |
| 30 | 302,4 |
| 29 | 388,8 |
| 28 | 432 |
| 27 | 453,6 |
| 26 | 496,8 |
| 25 | -410,4 |
| 24 | -259,2 |
| 23 | -187,2 |
| 22 | -460,8 |
| 21 | -540 |
| 20 | -540 |
| 19 | -374,4 |
| 18 | -360 |
| 17 | -900 |
| 16 | -705,6 |
| 15 | 288 |
| 14 | 266,4 |
| 13 | 288 |
| 12 | 216 |
| 11 | -1.080 |
| 10 | -504 |
| 9 | -446,4 |
| 8 | -360 |
| 7 | -720 |
| 6 | 360 |
| 5 | 309,6 |
| 4 | 388,8 |
| 3 | 540 |
| 2 | 547,2 |
| 1 | -2,348 |

4.2.1.9 Penetrasi Ban (Tyre Penetration)

Untuk jalan Pit Majapahit PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite PCN ditemukannya jalan amblas di segmen 1,2, 3 dan 35 di lajur kendaraan bermuatan dan kosongan sedalam 6 cm hal ini dikarenakan segmen tersebut dekat dengan *front Disposal* dan *Front Loading* OB yang rentan amblas karena banyak HD 785-7 yang lama berhenti di lokasi tersebut untuk menunggu *loading* atau *dumping*.

4.2.1.10 Total Resistance

Total Resistance merupakan penjumlahan dari nilai *Rolling Resistance*, *Grade Resistance* dan Penetrasi ban. Berikut perhitungan total resistance di jalan Pit Majapahit PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite PCN.

Table 24. Perhitungan Total Resistance Lajur Muatan

| Total Resistance Muatan (Kg /Ton) | |
|-----------------------------------|-----------------|
| PR (Kg /Ton) | TR (Kg /Ton) |
| 36 | 16360.3 |
| 36 | 16367.8 |
| 36 | 16363.4 |
| 0 | 16308.0 |
| 0 | 16308.0 |
| 0 | 16308.0 |
| 0 | 16308.0 |
| 0 | 16316.2 |
| 0 | 16318.1 |
| 0 | 16319.4 |
| 0 | 16332.5 |
| 0 | 16317.8 |
| 0 | 16321.0 |
| 0 | 16320.1 |
| 0 | 16321.0 |
| 0 | 16324.0 |
| 0 | 16328.4 |
| 0 | 16316.2 |
| 0 | 16316.5 |
| 0 | 16320.2 |
| 0 | 16320.2 |
| 0 | 16318.4 |
| 0 | 16312.2 |
| 0 | 16313.9 |
| 0 | 16317.3 |
| 0 | 16319.3 |
| 0 | 16318.3 |
| 0 | 16317.8 |
| 0 | 16316.8 |
| 0 | 16314.8 |
| 0 | 16317.1 |
| 0 | 16315.3 |
| 0 | 16318.9 |
| 0 | 16317.1 |
| 36 | 16344.0 |
| | 571276.4 |

4.2.2 Tanggul Pengaman (Safety Berm)

Unit alat angkut terbesar di PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite PCN yaitu Komatsu HD 785-7 dimana memiliki ban yang berdimensi 27.00 inchi R49, dan memiliki berdiameter 2,64 m di ambil dari spesifikasi ban

pada *Bridgestone data book*, sehingga tinggi tanggul minimal adalah :

$$\text{Safety Berm} = 3/4 \times \text{Diameter } \textit{tire} \textit{ terbesar}$$

$$\text{Safety berm} = 3/4 \times 2,64 \text{ m}$$

$$= 1,98 = 2 \text{ m (dibulatkan)}$$

Table 25. Nilai Perbandingan Tinggi Tanggul Pengaman Aktual dan Ideal

| No | Segmen | Tinggi Tanggul Aktual (m) | Tinggi Tanggul Ideal (m) | Kondisi |
|----|--------|---------------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 1 | 0.95 | 2 | Tidak Ideal |
| 2 | 2 | 1.25 | 2 | Tidak Ideal |
| 3 | 3 | 1.12 | 2 | Tidak Ideal |
| 4 | 4 | 0.75 | 2 | Tidak Ideal |
| 5 | 5 | 0.87 | 2 | Tidak Ideal |
| 6 | 6 | 0.71 | 2 | Tidak Ideal |
| 7 | 7 | 1.75 | 2 | Tidak Ideal |
| 8 | 8 | 0.98 | 2 | Tidak Ideal |
| 9 | 9 | 1.14 | 2 | Tidak Ideal |
| 10 | 10 | 1.20 | 2 | Tidak Ideal |
| 11 | 11 | 1.35 | 2 | Tidak Ideal |
| 12 | 12 | 1.26 | 2 | Tidak Ideal |
| 13 | 13 | 0.78 | 2 | Tidak Ideal |
| 14 | 14 | 1.34 | 2 | Tidak Ideal |
| 15 | 15 | 2.11 | 2 | Ideal |
| 16 | 16 | 1.35 | 2 | Tidak Ideal |
| 17 | 17 | 2.01 | 2 | Ideal |
| 18 | 18 | 2.09 | 2 | Ideal |
| 19 | 19 | 1.09 | 2 | Tidak Ideal |
| 20 | 20 | 2.12 | 2 | Ideal |
| 21 | 21 | 2.25 | 2 | Ideal |
| 22 | 22 | 2 | 2 | Ideal |

| | | | | |
|----|----|------|---|-------------|
| 23 | 23 | 2.05 | 2 | Ideal |
| 24 | 24 | 2 | 2 | Ideal |
| 25 | 25 | 0.95 | 2 | Tidak Ideal |
| 26 | 26 | 2.5 | 2 | Ideal |
| 27 | 27 | 3 | 2 | Ideal |
| 28 | 28 | 2.1 | 2 | Ideal |
| 29 | 29 | 3.5 | 2 | Ideal |
| 30 | 30 | 3 | 2 | Ideal |
| 31 | 31 | 2.03 | 2 | Ideal |
| 32 | 32 | 3 | 2 | Ideal |
| 33 | 33 | 3.12 | 2 | Ideal |
| 34 | 34 | 3.20 | 2 | Ideal |
| 35 | 35 | 2.94 | 2 | Ideal |

4.2.3 Pemisah Lajur (Separator)

Unit alat angkut terbesar yang melintasi jalan Arjunasastra PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN yaitu Komatsu HD 785-7 yang memiliki tinggi 2.64 m yang didapatkan dari data ban dimensi 27.00 inci R49. Sehingga Untuk mendapatkan tinggi pemisah lajur menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Separator} &= 1/2 \times \text{Tinggi ban terbesar} \\ &= 1/2 \times 2,64 \text{ m} \\ &= 1,32 \text{ m} \end{aligned}$$

Table 26. Nilai Perbandingan Tinggi Separator Aktual dan Ideal

| No. | Segmen | Tinggi Separator Aktual (m) | Tinggi Separator Ideal (m) | Kondisi |
|-----|--------|-----------------------------|----------------------------|-------------|
| 1 | 17 | Tidak Ada Separator | 1,32 | Tidak Ideal |
| 2 | 27 | Tidak Ada Separator | 1,32 | Tidak Ideal |
| 3 | 32 | 0,88 | 1,32 | Tidak Ideal |

4.2.4 Rimpull

Berikut perhitungan nilai rimpull untuk semua gear dalam tabel berikut.

Table 27. Nilai Rimpull Semua Gear

| Gear | Kecepatan (Km/Jam) | Kecepatan (mil/Jam) | Rimpull (lb) | Rimpull (Kg) |
|------|--------------------|---------------------|--------------|--------------|
| 1 | 10,5 | 6,52 | 55.214,7 | 34.286 |
| 2 | 15 | 9,32 | 38,626,6 | 24.000 |
| 3 | 20 | 12,43 | 28.962,2 | 18.000 |
| 4 | 27 | 16,78 | 21.454,1 | 13.333 |
| 5 | 36 | 22,37 | 16.093 | 10.000 |
| 6 | 48,5 | 30,13 | 11.948,2 | 7.423 |
| 7 | 65 | 40,4 | 8.910,89 | 5.538 |

4.2.5 Kecepatan (Speed)

Table 28. Perbandingan Nilai Speed Aktual dan Rencana Lajur Muatan

| Speed Aktual Muatan (Km/Jam) | Speed Rencana (Km/Jam) | Kondisi |
|------------------------------|------------------------|-------------|
| 12.01 | 17 | Tidak Ideal |

Table 29. Perbandingan Nilai Speed Aktual dan Rencana Lajur Kosongan

| Speed Aktual Muatan (Km/Jam) | Speed Rencana (Km/Jam) | Kondisi |
|------------------------------|------------------------|-------------|
| 35.48 | 50 | Tidak Ideal |

4.2.6 Produktivitas Alat Angkut

Berikut perhitungan produktivitas alat angkut Komatsu HD 785-7 untuk Bulan Maret – April 2022.

$$P = \frac{c \times 60 \times E \times SF}{Ctm}$$

$$c = n \times q1 \times k = 9 \times 6.7 \times 0.83 = 50.049 M^3$$

Setelah diketahui nilai produktivitas per siklus, selanjutnya menghitung produktivitas per jam dengan rumus sebagai berikut.

$$P = \frac{c \times 60 \times E \times SF}{Ctm} = \frac{50.049 \times 0.82 \times 0.83}{19.04} = 107,34 \text{ Bcm/Jam}$$

Didapatkan nilai produktivitas alat angkut per jam yaitu 107,34 Bcm/Jam. Selanjutnya menghitung Produktivitas Per hari 1 alat angkut dengan rumus berikut.

$$P = \text{Produktivitas Per Jam} \times \text{Jam Kerja Efektif Per hari} = 107,34 \text{ Bcm/Jam} \times 18 \text{ Jam} = 1.932,16 \text{ Bcm/Hari}$$

Didapatkan nilai produktivitas alat angkut per hari dengan 1 alat angkut yaitu 1.932,16 Bcm/Hari. Selanjutnya menghitung produktivitas alat angkut per hari dengan 4 alat angkut dengan rumus berikut.

$$P = \text{Produktivitas alat angkut per hari} \times 4 = 1.932,16 \text{ Bcm/Hari} \times 4 = 7.728,66 \text{ Bcm/Hari}$$

Didapatkan nilai produktivitas alat angkut per hari dengan 4 alat angkut yaitu 7.728,66 Bcm/Hari.

Selanjutnya menghitung Produktivitas alat angkut aktual per bulan dengan rumus berikut.

$$P = \text{Produktivitas alat angkut} \times 30 \text{ Hari} = 7.728,66 \text{ Bcm/Hari} \times 30 \text{ Hari} = 231.860 \text{ Bcm/Bulan.}$$

Sehingga didapatkan nilai produktivitas alat angkut aktual per bulan yaitu 231.860 Bcm/Bulan.

Berikut table perbandingan mengenai produktivitas alat angkut aktual dan perbaikan.

Table 30. Produktivitas & Produksi Alat Angkut Aktual & Target Produksi

| Produksi Aktual (Bcm/Bulan) | Target Produksi (Bcm/Bulan) | Tercapai Produksi (%) |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 231.860 | 288.000 | 80.51 |

4.2.7 Fuel Ratio

Diketahui.

$$\text{Produktivitas} = 107,34 \text{ Bcm/Jam}$$

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar} = 73,20 \text{ Liter/Jam}$$

$$\text{Fuel Ratio} = \frac{FC}{P} = \frac{73.20 \text{ Liter/Jam}}{107.34 \text{ Bcm/Jam}} = 0,68 \text{ Liter/Bcm.}$$

Dari perhitungan, didapatkan nilai Fuel Ratio Komatsu HD 785-7 untuk Bulan Maret – April yaitu 0,68 Liter/Bcm. Hal ini juga termasuk besar nilainya karena target perusahaan sekitar 0,54 Liter/Bcm.

Table 31. Fuel Ratio Alat Angkut Aktual & Target Fuel Ratio

| Fuel Ratio Aktual (Liter/Bcm) | Target Fuel Ratio (Liter/Bcm) | Melebihi Target (%) |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| 0,68 | 0,54 | 25.92% |

4.3 Pembahasan Penelitian

4.3.1 Geometri Jalan

4.3.1.1 Lebar Jalan Lurus

Berikut penambahan lebar jalan lurus dalam table berikut.

Table 32. Perbaikan Lebar Jalan Lurus

| Segmen | Lebar Jalan Aktual (m) | Lebar Jalan Ideal (m) | Penambahan Lebar Jalan (m) |
|--------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1 | 30.15 | 25 | - |
| 2 | 17.43 | 25 | 7.57 |
| 10 | 14.01 | 25 | 10.99 |
| 11 | 10.49 | 25 | 14.51 |
| 17 | 20.34 | 25 | 4.66 |
| 18 | 18.12 | 25 | 6.88 |
| 19 | 18.82 | 25 | 6.18 |
| 25 | 16.88 | 25 | 8.12 |
| 26 | 15.64 | 25 | 9.36 |
| 27 | 19.54 | 25 | 5.46 |
| 28 | 22.10 | 25 | 2.90 |
| 29 | 22.53 | 25 | 2.47 |
| 30 | 25.63 | 25 | - |
| 31 | 20.59 | 25 | 4.41 |
| 32 | 29.68 | 25 | - |
| 33 | 22.53 | 25 | 2.47 |
| 34 | 15.98 | 25 | 9.02 |
| 35 | 19.86 | 25 | 5.14 |

4.3.1.2 Lebar Jalan Tikungan

Berikut penambahan lebar jalan tikungan dalam table berikut.

Table 33. Perbaikan Lebar Jalan Tikungan

| Segmen | Lebar Jalan Aktual (m) | Lebar Jalan Ideal (m) | Penambahan Lebar Jalan (m) |
|--------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 3 | 11.49 | 27.5 | 16.01 |
| 4 | 20.20 | 27.5 | 7.30 |
| 5 | 12.55 | 27.5 | 15 |
| 6 | 13.65 | 27.5 | 13.85 |
| 7 | 10.27 | 27.5 | 17.23 |
| 8 | 12.19 | 27.5 | 15.31 |
| 9 | 17.21 | 27.5 | 10.29 |
| 12 | 12.70 | 27.5 | 14.80 |
| 13 | 11.64 | 27.5 | 15.86 |

| | | | |
|----|-------|------|-------|
| 14 | 10.85 | 27.5 | 16.65 |
| 15 | 16.80 | 27.5 | 10.70 |
| 16 | 11.27 | 27.5 | 16.23 |
| 20 | 18.03 | 27.5 | 9.47 |
| 21 | 16.43 | 27.5 | 11.07 |
| 22 | 16.08 | 27.5 | 11.42 |
| 23 | 18.30 | 27.5 | 9.20 |
| 24 | 22.22 | 27.5 | 5.28 |

4.3.1.3 Jari-Jari Tikungan

Berdasarkan analisis perhitungan data, didapatkan nilai jari-jari tikungan ideal yang melintas di jalan Pit Majapahit dengan kecepatan rencana 40 Km/Jam yaitu 61,16 meter. Berdasarkan data aktual di lapangan, PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN tidak menerapkan perhitungan Jari-Jari tikungan di jalan pit majapahit, hal ini dikarenakan keadaan di lapangan Pit Majapahit yang mayoritas lempung sehingga di area tersebut banyak kolam lumpur yang mengakibatkan dalam merencanakan geometri jalan pun terbatas dan ditambah dengan area kerja (*Working Area*) yang terbatas mengakibatkan tidak pernah adanya perhitungan Jari-jari tikungan yang dilakukan oleh perusahaan, sehingga untuk selanjutnya diharapkan untuk PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN untuk merencanakan nilai Jari-Jari tikungan yang sesuai dengan kecepatan rencana alat angkut yang melintas di jalan tersebut agar operator Komatsu HD 785-7 lebih aman saat melintas jalan tersebut sehingga kecepatan saat melintas di tikungan tersebut bisa sesuai rencana yaitu 40 Km/Jam.

4.3.1.4 Superelevasi

Berikut penambahan superlevasi lajur bermuatan dan lajur kosong dalam table berikut.

Table 34. Perbaikan Superelevasi Lajur Bermuatan

| Segmen | Beda Tinggi Aktual (m) | Beda Tinggi Ideal (m) | Penambahan Elevasi (m) |
|--------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 3 | 0.19 | 1.98 | 1.79 |
| 4 | 0.98 | 1.98 | 1 |
| 5 | 1.27 | 1.98 | 0.71 |
| 6 | 0.19 | 1.98 | 1.79 |
| 7 | 0.16 | 1.98 | 1.82 |
| 8 | 0.28 | 1.98 | 1.70 |
| 9 | 0.14 | 1.98 | 1.84 |
| 12 | 0.20 | 1.98 | 1.78 |
| 13 | 0.16 | 1.98 | 1.82 |

| | | | |
|----|------|------|------|
| 14 | 0.18 | 1.98 | 1.80 |
| 15 | 0.15 | 1.98 | 1.83 |
| 16 | 0.30 | 1.98 | 1.68 |
| 20 | 0.96 | 1.98 | 1.02 |
| 21 | 0.05 | 1.98 | 1.93 |
| 22 | 0.39 | 1.98 | 1.59 |
| 23 | 0.25 | 1.98 | 1.73 |
| 24 | 0.17 | 1.98 | 1.81 |

Table 35. Perbaikan Superelevasi Lajur Kosongan

| Segmen | Beda Tinggi Aktual (m) | Beda Tinggi Ideal (m) | Penambahan Elevasi (m) |
|--------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 24 | 0.30 | 1.98 | 1.68 |
| 23 | 0.09 | 1.98 | 1.89 |
| 22 | 0.23 | 1.98 | 1.75 |
| 21 | 1.09 | 1.98 | 0.89 |
| 20 | 0.12 | 1.98 | 1.86 |
| 16 | 0.46 | 1.98 | 1.52 |
| 15 | 0.30 | 1.98 | 1.68 |
| 14 | 0.28 | 1.98 | 1.70 |
| 13 | 0.18 | 1.98 | 1.80 |
| 12 | 1.82 | 1.98 | 0.16 |
| 9 | 0.15 | 1.98 | 1.83 |
| 8 | 0.30 | 1.98 | 1.68 |
| 7 | 0.96 | 1.98 | 1.02 |
| 6 | 0.05 | 1.98 | 1.93 |
| 5 | 0.39 | 1.98 | 1.59 |
| 4 | 0.25 | 1.98 | 1.73 |
| 3 | 0.23 | 1.98 | 1.75 |

4.3.1.5 Grade Jalan

Berikut pengurangan grade jalan lajur bermuatan dan lajur kosongan dalam table berikut.

Table 36. Perbaikan Grade Jalan Lajur Bermuatan

| Segmen | Grade Aktual (%) | Grade Ideal (%) | Pengurangan Nilai Grade Jalan (%) |
|--------|------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 1 | 10.0 | 8 | 2 |
| 2 | 14.6 | 8 | 6.6 |
| 3 | 11.9 | 8 | 3.9 |

| | | | |
|----|-------|---|-----|
| 4 | -12 | 8 | 4 |
| 5 | -8.6 | 8 | - |
| 6 | -11.6 | 8 | 3.6 |
| 7 | -6.3 | 8 | - |
| 8 | 5.0 | 8 | - |
| 9 | 6.2 | 8 | - |
| 10 | 7.0 | 8 | - |
| 11 | 15.0 | 8 | 7 |
| 12 | 6.0 | 8 | - |
| 13 | 8.0 | 8 | - |
| 14 | 7.4 | 8 | - |
| 15 | 8.0 | 8 | - |
| 16 | 9.8 | 8 | 1.8 |
| 17 | 12.5 | 8 | 4.5 |
| 18 | 5.0 | 8 | - |
| 19 | 5.2 | 8 | - |
| 20 | 7.5 | 8 | - |
| 21 | 7.5 | 8 | - |
| 22 | 6.4 | 8 | - |
| 23 | 2.6 | 8 | - |
| 24 | 3.6 | 8 | - |
| 25 | 5.7 | 8 | - |
| 26 | 6.9 | 8 | - |
| 27 | 6.3 | 8 | - |
| 28 | 6.0 | 8 | - |
| 29 | 5.4 | 8 | - |
| 30 | 4.2 | 8 | - |
| 31 | 5.6 | 8 | - |
| 32 | 4.5 | 8 | - |
| 33 | 6.7 | 8 | - |
| 34 | 5.6 | 8 | - |
| 35 | -14.4 | 8 | 6.4 |

Setelah mengetahui grade jalan lajur muatan, berikut nilai grade jalan lajur kosongan dalam table berikut Table 37. Perbaikan Grade Jalan Lajur Kosongan

| Segmen | Grade Aktual (%) | Grade Ideal (%) | Pengurangan Nilai Grade Jalan (%) |
|--------|------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 35 | 14.4 | 8 | 6.4 |

| | | | |
|----|-------|---|-----|
| 34 | 5.6 | 8 | - |
| 33 | 6.7 | 8 | - |
| 32 | 4.5 | 8 | - |
| 31 | 5.6 | 8 | - |
| 30 | 4.2 | 8 | - |
| 29 | 5.4 | 8 | - |
| 28 | 6.0 | 8 | - |
| 27 | 6.3 | 8 | - |
| 26 | 6.9 | 8 | - |
| 25 | -5.7 | 8 | - |
| 24 | -3.6 | 8 | - |
| 23 | -2.6 | 8 | - |
| 22 | -6.4 | 8 | - |
| 21 | -7.5 | 8 | - |
| 20 | -7.5 | 8 | - |
| 19 | -5.2 | 8 | - |
| 18 | -5 | 8 | - |
| 17 | -5 | 8 | - |
| 16 | -5.2 | 8 | - |
| 15 | 8.0 | 8 | - |
| 14 | 7.4 | 8 | - |
| 13 | 8.0 | 8 | - |
| 12 | 6.0 | 8 | - |
| 11 | -7.5 | 8 | - |
| 10 | -7 | 8 | - |
| 9 | -6.2 | 8 | - |
| 8 | -5 | 8 | - |
| 7 | 6.3 | 8 | - |
| 6 | 11.6 | 8 | 3.6 |
| 5 | 8.6 | 8 | 0.6 |
| 4 | 12.0 | 8 | 4 |
| 3 | 11.9 | 8 | 3.1 |
| 2 | 14.6 | 8 | 6.6 |
| 1 | -5.19 | 8 | - |

4.3.1.6 Cross Slope

Berikut penambahan nilai *cross slope* ideal dalam table berikut.

Tabel 38. Perbaikan Cross Slope

| Segmen | Beda Tinggi Aktual (cm) | Beda Tinggi Ideal (cm) | Penambahan Elevasi Tengah Jalan (cm) |
|--------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 12 | 25 | 13 |
| 2 | 35 | 25 | - |
| 10 | 21 | 25 | 4 |
| 11 | 5 | 25 | 20 |
| 17 | 50 | 25 | - |
| 18 | 17 | 25 | 8 |
| 19 | 60 | 25 | - |
| 25 | 7 | 25 | 18 |
| 26 | 18 | 25 | 7 |
| 27 | 32 | 25 | - |
| 28 | 31 | 25 | - |
| 29 | 41 | 25 | - |
| 30 | 27 | 25 | - |
| 31 | 67 | 25 | - |
| 32 | 55 | 25 | - |
| 33 | 24 | 25 | 1 |
| 34 | 22 | 25 | 3 |
| 35 | 8 | 25 | 17 |

4.3.1.7 Tanggul Pengaman (Safety Berm)

Berikut penambahan tinggi tanggul pengaman dalam table berikut.

Table 39. Perbaikan Tanggul Pengaman

| No | Segmen | Tinggi Tanggul Aktual (m) | Tinggi Tanggul Ideal (m) | Penambahan Tinggi Tanggul (m) |
|----|--------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1 | 0.95 | 2 | 1.05 |
| 2 | 2 | 1.25 | 2 | 0.75 |
| 3 | 3 | 1.12 | 2 | 0.88 |
| 4 | 4 | 0.75 | 2 | 1.25 |
| 5 | 5 | 0.87 | 2 | 1.13 |
| 6 | 6 | 0.71 | 2 | 1.29 |
| 7 | 7 | 1.75 | 2 | 0.25 |

| |
|---------------|
| 13046.4 |
| 13046.4 |
| 13.046.4 |
| 13046.4 |
| 13046.4 |
| 13046.4 |
| 13046.4 |
| 13046.4 |
| 13046.4 |
| 13046.4 |
| 13046.4 |
| 13046.4 |
| 456624 |

Setelah dilakukan perbaikan, menyebabkan nilai total resistance mengecil, sehingga hambatan jalan alat angkut menjadi kecil sehingga kecepatan alat angkut menjadi meningkat. Berikut perbandingan nilai rolling resistance aktual dan teoritis dalam table berikut.

Table 42. Perbandingan Rolling Resistance aktual dan perbaikan

| Kondisi | Aktual | Teoritis | Selisih |
|--------------------------------|--------|----------|---------|
| Nilai Rolling Resistance (Ton) | 16.367 | 13.046 | 3.321 |

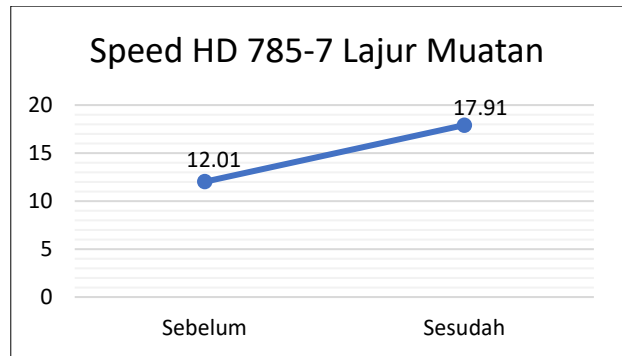
4.3.1.10 Peningkatan Nilai Speed

Berikut nilai peningkatan speed setelah perbaikan rolling resistance di seluruh segmen jalan dalam table berikut.

Table 42. Perbandingan Nilai Speed Aktual dan Teoritis Lajur Muatan

| Kondisi | Aktual | Teoritis | Selisih |
|--------------------------------|--------|----------|---------|
| Nilai Speed Bermuatan (Km/Jam) | 12.01 | 17.91 | 5.90 |

Berdasarkan tabel diatas, terjadi kenaikan nilai speed dari 12.01 Km/Jam menjadi 17.91 Km/Jam dan terjadi kenaikan sebesar 40 %



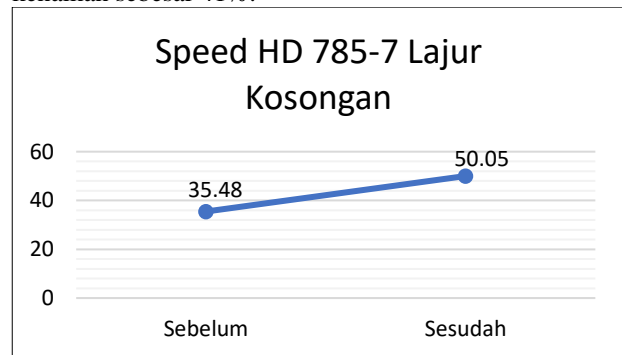
Gambar 24. Grafik Kenaikan Speed Lajur Muatan

Speed lajur kosongan pun mengalami kenaikan yang awalnya nilai speed sekitar 35.48 Km/Jam menjadi 50.05 Km/Jam. Untuk penjelasan lengkapnya ada di lampiran. Berikut perbandingan speed aktual dan teoritis lajur kosongan dalam table berikut.

Table 43. Perbandingan Nilai Speed Aktual dan Teoritis Lajur Kosongan

| Kondisi | Aktual | Teoritis | Selisih |
|-------------------------------|--------|----------|---------|
| Nilai Speed Kosongan (Km/Jam) | 35.48 | 50.05 | 14.57 |

Berdasarkan tabel diatas, terjadi kenaikan nilai speed dari 35.48 Km/Jam menjadi 50.05 Km/Jam dan terjadi kenaikan sebesar 41%.



Gambar 25. Grafik Kenaikan Speed Lajur Kosongan

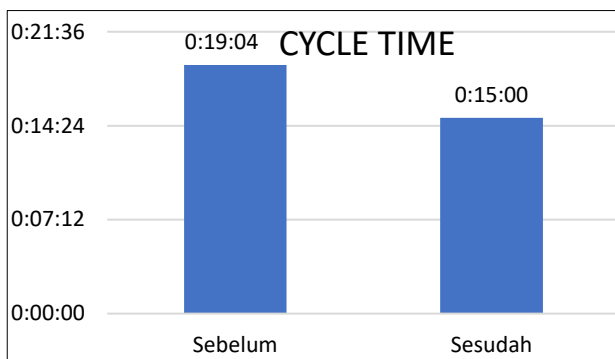
4.3.1.11 Penurunan Cycle Time

Setelah dilakukan perbaikan jalan sehingga menjadi nilai Total Resistance menurun, maka akibatnya akan terjadi kenaikan kecepatan (Speed) alat angkut, setelah speed alat angkut naik maka terjadi optimalisasi nilai cycle time hal ini dikarenakan waktu cycle time bagian perjalanan alat angkut (Travel Time) menjadi berkurang karena kondisi jalan bagus tanpa hambatan sehingga alat angkut bisa menambah kecepatannya.

Berdasarkan data cycle time aktual, nilai cycle time yaitu 19.4 menit namun cycle time setelah perbaikan menjadi 15.55 menit, penjelasan lengkapnya berada di lampiran. Berikut estimasi cycle time aktual dan teoritis dalam table berikut.

Table 44. Perbandingan Cycle Time Aktual dan Teoritis

| Cycle Time Aktual (menit) | Cycle Time Teoritis (menit) | Selisih | Penurunan (%) |
|---------------------------|-----------------------------|---------|---------------|
| 19.04 | 15 | 4.04 | 22% |



Gambar 26. Grafik Penurunan Cycle Time

4.3.1.12 Produktivitas Setelah Perbaikan

Menghitung produktivitas dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 c &= n \times q1 \times k \\
 &= 9 \times 6.7 \times 0.83 \\
 &= 50.049 \text{ M}^3
 \end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai produktivitas per siklus, selanjutnya menghitung produktivitas per jam dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{c \times 60 \times E \times SF}{ctm} \\
 &= \frac{50.049 \times 0.82 \times 0.83}{15} \\
 &= 136,253 \text{ Bcm/Jam}
 \end{aligned}$$

Didapatkan nilai produktivitas alat angkut per jam yaitu 136,253 Bcm/Jam. Selanjutnya menghitung Produktivitas Per hari 1 alat angkut dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned}
 P &= \text{Produktivitas Per Jam} \times \text{Jam Kerja Efektif Per hari} \\
 &= 136,253 \text{ Bcm/Jam} \times 18 \text{ Jam} \\
 &= 2.452,56 \text{ Bcm/Hari}
 \end{aligned}$$

Didapatkan nilai produktivitas alat angkut per hari dengan 1 alat angkut yaitu 2.452,56 Bcm/Hari.

Selanjutnya menghitung produktivitas alat angkut per hari dengan 4 alat angkut dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned}
 P &= \text{Produktivitas alat angkut per hari} \times 4 \\
 &= 2.452,56 \text{ Bcm/Hari} \times 4 \\
 &= 9.810,24 \text{ Bcm/Hari}
 \end{aligned}$$

Didapatkan nilai produktivitas alat angkut per hari dengan 4 alat angkut yaitu 9.810,24 Bcm/Hari.

Selanjutnya menghitung Produksi alat angkut aktual per bulan dengan rumus berikut.

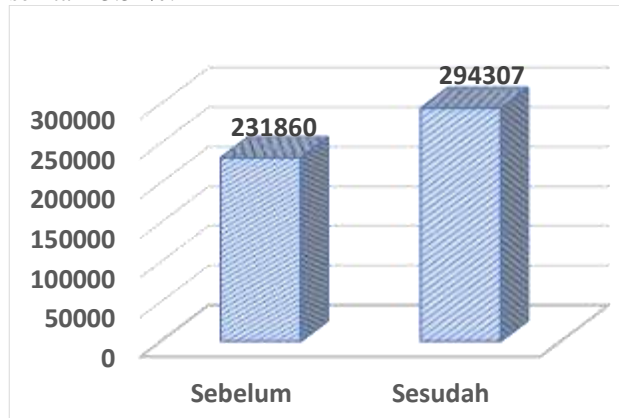
$$\begin{aligned}
 P &= \text{Produktivitas alat angkut} \times 30 \text{ Hari} \\
 &= 9.810,24 \text{ Bcm/Hari} \times 30 \text{ Hari} \\
 &= 294.307 \text{ Bcm/Bulan.}
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai produksi alat angkut aktual per bulan yaitu 294.307 Bcm/Bulan.

Tabel 45. Perbandingan Produksi Aktual dan Teoritis

| | Aktual (Bcm/Bulan) | Perbaikan (Bcm/Bulan) | Kenaikan (%) |
|----------|--------------------|-----------------------|--------------|
| Produksi | 231.860 | 294.307 | 23.52% |

Berdasarkan perhitungan diatas, produksi setelah perbaikan yaitu 294.307 Bcm/Bulan terjadi kenaikan sekitar 23.52%.



Gambar 27. Grafik Kenaikan Produksi

4.3.1.13 Penurunan Fuel Ratio

Berikut contoh perhitungan *fuel ratio* Komatsu HD 785-7 Bulan Maret – April.

Diketahui.

Produktivitas = 136,253 Bcm/Jam

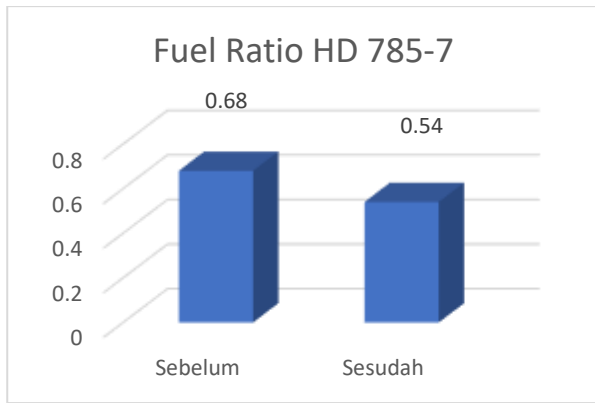
Konsumsi Bahan Bakar = 73,18 Liter/Jam

$$\text{Fuel Ratio} = \frac{FC}{P} = \frac{73,18 \text{ Liter/Jam}}{136,253 \text{ Bcm/Jam}} = 0,54 \text{ Liter/Bcm.}$$

Dari perhitungan, didapatkan nilai *fuel ratio* Komatsu HD 785-7 untuk Bulan Maret – April yaitu 0,54 Liter/Bcm. Hal ini telah sesuai dengan target perusahaan, karena target *fuel ratio* yang dikeluarkan perusahaan sekitar 0,54 Liter/Bcm. berikut grafik perbandingan nilai *fuel ratio* aktual dan perbaikan.

Tabel 46. Perbandingan Fuel Ratio Aktual dan Teoritis

| | Aktual (Liter/Bcm) | Perbaikan (Liter/Bcm) | Penurunan (%) |
|------------|--------------------|-----------------------|---------------|
| Fuel Ratio | 0,68 | 0,54 | 25,93% |



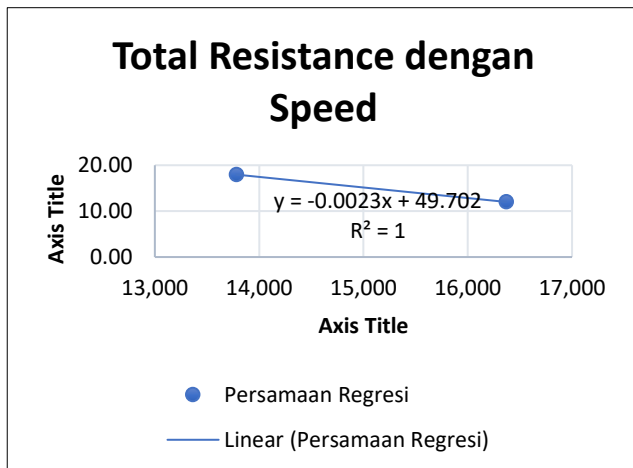
Gambar 28. Grafik Penurunan Produksi

4.3.1.14 Analisis Regresi Sederhana Total Resistance Terhadap Speed Alat Angkut

Tabel 47. Nilai Total Resistance dan Speed

| | Total Resistance (Kg/Ton) | Speed (Km/Jam) |
|-----------------|---------------------------|----------------|
| Aktual Muatan | 16.367 | 12.01 |
| Teoritis Muatan | 13.779 | 17.91 |

Setelah mendapatkan data *total resistance* dan *speed* alat angkut, selanjutnya data tersebut diolah di *Microsoft Excel*, maka didapatkan nilai persamaan regresi sederhana antara pengaruh *total resistance* terhadap *speed* sebagai berikut.



Gambar 29. Regresi Sederhana

Dari hasil persamaan regresi tersebut didapatkan nilai $y = -0.0023x + 49,702$ namun hal ini masih berbentuk $y = bx + a$ sehingga agar sesuai dengan rumus analisis regresi sederhana maka diubah persamaan regresi tersebut sehingga nilai persamaan regresi menjadi $y = 49,702 - 0,0023x$.

Dari hasil regresi tersebut didapatkan bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) = 1 hal ini berarti bahwa variabel X (*Total Resistance*) memiliki pengaruh yang kuat dengan variabel Y (*Speed*). Dari persamaan regresi bisa dilihat bahwa nilai koefisien nya bertanda minus (-

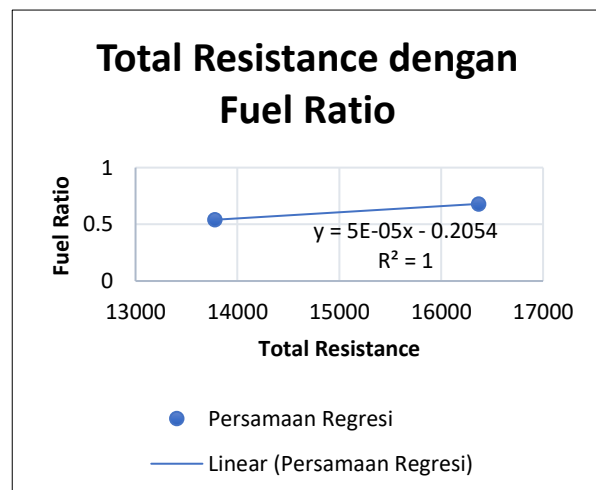
0,0023) maksud dalam hal ini yaitu hubungan antara variabel X (*Total Resistance*) dengan variabel Y (*Speed*) berbanding terbalik . sehingga dapat disimpulkan bahwa jika terjadi kenaikan *total resistance* di jalan tersebut maka *speed* alat angkut menjadi turun. Dan sebaliknya, jika terjadi penurunan *total resistance* maka *speed* alat angkut menjadi naik.

4.3.1.15 Analisis Regresi Sederhana Total Resistance Terhadap Fuel Ratio Alat Angkut

Tabel 48. Nilai Total Resistance dan Fuel Ratio

| | Total Resistance (Kg/Ton) | Fuel Ratio (Ltr/Bcm)) |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|
| Aktual Muatan | 16.367 | 0.68 |
| Teoritis Muatan | 13.779 | 0.54 |

Setelah mendapatkan data *total resistance* dan *Fuel Ratio* alat angkut, selanjutnya data tersebut diolah di *Microsoft Excel*, maka didapatkan nilai persamaan regresi sederhana antara pengaruh *total resistance* terhadap *Fuel Ratio* sebagai berikut.



Gambar 30. Regresi Sederhana

Dari hasil persamaan regresi tersebut didapatkan nilai $y = 5e-05x - 0,2054$ atau bisa juga nilai nya menjadi $y = 0,00005x - 0,2054$. Namun hal ini masih berbentuk $y = bx + a$ sehingga agar sesuai dengan rumus analisis regresi sederhana maka diubah persamaan regresi tersebut sehingga nilai persamaan regresi menjadi $y = -0.2054 + 0,00005x$.

Dari hasil regresi tersebut didapatkan bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) = 1 hal ini berarti bahwa variabel X (*Total Resistance*) memiliki pengaruh yang kuat dengan variabel Y (*Fuel Ratio*). Dari persamaan regresi bisa dilihat bahwa nilai koefisien nya bertanda positif (+0,00005) maksud dalam hal ini yaitu hubungan antara variabel X (*Total Resistance*) dengan variabel Y (*Fuel Ratio*) berbanding lurus. sehingga dapat disimpulkan bahwa jika terjadi kenaikan *total resistance* di jalan tersebut maka *fuel ratio* alat angkut menjadi naik.

Dan sebaliknya, jika terjadi penurunan *total resistance* maka *fuel ratio* alat angkut menjadi turun.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Geometri jalan angkut PT. Kalimantan Prima Persada *Jobsite* PCN dari Pit Majapahit hingga ke *Disposal* SP2 dibagi menjadi 35 segmen memiliki hasil :
 - a. Lebar jalan lurus dari jumlah 35 segmen hanya 3 segmen yang memiliki lebar jalan ideal untuk dilewati Komatsu HD 785-7 yaitu segmen 1, 30, dan 32. Untuk segmen lainnya belum memiliki lebar jalan lurus yang ideal.
 - b. Lebar jalan tikungan dari jumlah 35 segmen, semua segmen memiliki lebar jalan tikungan yang tidak ideal untuk dilewati Komatsu HD 785-7.
 - c. Setiap segmen jalan tikungan, tidak memiliki perencanaan Jari-Jari tikungan yang ideal sesuai dengan kecepatan rencana tikungan Komatsu HD 785-7 yang akan melintas di jalan angkut tersebut.
 - d. Superelevasi yang ideal di jalan tersebut yaitu 1,098 meter. Namun, seluruh segmen jalan angkut kondisi bermuatan dan kosong tidak memiliki nilai superelevasi yang ideal
 - e. Grade jalan ideal berdasarkan ketentuan perusahaan yaitu 8%. Namun, kondisi aktual ada beberapa segmen yang belum memiliki nilai grade jalan yang ideal, untuk jalan angkut kondisi bermuatan ada 6 segmen yang belum ideal yaitu segmen 1, 2, 3, 11, 16, dan 17. Dan untuk jalan angkut kondisi kosong ada 6 segmen yaitu segmen 2, 3, 4, 5, 6, dan 35.
 - f. *Cross Slope* ideal untuk lebar jalan lurus 25 meter yaitu 25 cm. Namun, kondisi aktual ada 9 segmen yang belum memiliki *cross slope* ideal yaitu segmen 1, 10, 11, 18, 25, 26, 33, 34, dan 35.
2. Tinggi tanggul pengaman (*Safety Berm*) yang ideal untuk dilintasi Komatsu HD 785-7 yaitu 2 meter. Namun, kondisi aktual hampir seluruh segmen jalan tidak memiliki tinggi yang ideal.
3. Tinggi pemisah lajur (*Separator*) yang ideal untuk di setiap persimpangan (*Intersection*) jalan yaitu 1,32 meter. Namun, kondisi aktual dari 3 segmen (17, 27 dan 32) yang dilewati persimpangan tidak memiliki tinggi yang ideal.
4. Nilai *Total Resistance* jalan angkut cukup besar, untuk kondisi jalan bermuatan yaitu 16.367 Kg/Ton dan untuk kondisi jalan kosong yaitu 7.200 Kg/Ton.
5. *Speed* Komatsu HD 785-7 yang melintas di jalan tersebut belum ideal dan tidak sesuai dengan target perusahaan. Target *speed* untuk kondisi bermuatan yaitu 17 Km/Jam dan kondisi kosong 50 Km/Jam. Namun, kondisi aktual *speed* kondisi bermuatan yaitu 12.01 Km/Jam dan kondisi kosong 35.48 Km/Jam
6. Produksi Komatsu HD 785-7 Bulan Maret – April Tahun 2022 belum sesuai target perusahaan. Kondisi aktual nilai produksi 231.860 Bcm, namun target

perusahaan 288.000 Bcm.

7. *Fuel Ratio* Komatsu HD 785-7 Bulan Maret – April Tahun 2022 belum sesuai target. Kondisi aktual nilai *fuel ratio* 0,68 Bcm/Jam, namun target perusahaan 0,54 Bcm/Jam.
8. Berdasarkan hasil analisis regresi sederhana untuk mengetahui nilai pengaruh antara *total resistance* terhadap *speed*, didapatkan nilai koefisiennya -0,0011 berarti hubungan antara variabel X (*total resistance*) dengan variabel Y (*speed*) berbanding terbalik. sehingga dapat disimpulkan bahwa jika terjadi kenaikan *total resistance* di jalan tersebut maka *speed* alat angkut menjadi turun. Dan sebaliknya, jika terjadi penurunan *total resistance* maka *speed* alat angkut menjadi naik.
9. Berdasarkan hasil analisis regresi sederhana untuk mengetahui nilai pengaruh antara *Total Resistance* terhadap *Fuel Ratio*, didapatkan nilai koefisiennya +0,00004 berarti hubungan antara variabel X (*Total Resistance*) dengan variabel Y (*Fuel Ratio*) berbanding lurus. sehingga dapat disimpulkan bahwa jika terjadi kenaikan *total resistance* di jalan tersebut maka *Fuel Ratio* alat angkut menjadi naik. Dan sebaliknya, jika terjadi penurunan *total resistance* maka *fuel ratio* alat angkut menjadi turun.

5.2 Saran

Penulis menyarankan agar dilakukannya :

1. Melakukan perencanaan geometri jalan ulang keseluruhan agar jalan angkut dari Pit Majapahit hingga ke *disposal* SP2 ideal untuk dilewati Komatsu HD 785-7.
2. Melakukan penambahan elevasi tinggi tanggul pengaman (*safety berm*) & elevasi tinggi pemisah lajur (*separator*) agar ideal dilewati oleh Komatsu HD 785-7.
3. Melakukan pengawasan terhadap geometri jalan sekaligus tekstur permukaan jalan angkut yang menyebabkan *total resistance* membesar sehingga menurunkan nilai *speed* dan menaikkan *fuel ratio* Komatsu HD 785-7 dengan melakukan inspeksi bersama *team group leader* Produksi setiap sehari sekali agar proses pengangkutan *overburden* tidak ada hambatan.
4. Menambahkan alat pemeliharaan jalan (*road maintenance*) di *front overburden* dan *front disposal* 1 motor grader dan 1 dozer karena di lokasi tersebut menjadi tempat tunggu (*delay*) Komatsu HD 785-7 sehingga sering terjadinya amblasan jalan yang menyebabkan penetrasi ban bertambah dan menambah hambatan perjalanan Komatsu HD 785-7.
5. Menambah pemasangan rambu-rambu dan *post guide* di sepanjang jalan angkut untuk panduan bagi operator alat berat.

6. Kesimpulan dan Saran

- [1] Azwari, R. (2015). "Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubara Menuju Stockpile Block B pada

- Penambangan Batubara di PT. Minemex Indonesia Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi". prosiding Teknik Pertambangan.
- [2] Bruce A, Kennedy (1990). "Surface Mining", Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.
- [3] Maiyudi, Riko.2021. "*Ilmu Ukur Tambang*". UNP Press : Padang.
- [4] Amiruddin, Faisal, dkk (2020). "Analisis Kegiatan Produktivitas Terhadap Fuel Ratio Alat Angkut & Alat Gali Muat Pada Pit 2 di PT. Pro Sarana Cipta". Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat.
- [5] Komatsu. (2007). "Specifications & Application Handbook (Vol. 28)". Jepang: Komatsu Corp.
- [6] Merlin, Nabella (2016). "Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan Dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Fuel Ratio Pada Kegiatan Penambangan Batuan Andesit Di PT Gunung Sampurna Makmur Desa Rengasjajar Kecamatan Cigudeg Kabupaten Bogor Jawa Barat". Universitas Islam Bandung: Jurnal Prosiding Teknik Pertambangan.
- [7] Pemerintah Indonesia. Kepmen ESDM No. 1827 K Tahun 2018. "Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik". Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 30. Jakarta: Sekretariat Negara.
- [8] PT. Kalimantan Prima Persada. (2010) "KPP Production Management System". Rantau, Kalimantan Selatan, Indonesia: PT. Kalimantan Prima Persada.
- [9] Saputra, Wibowo, A (2019)." Evaluasi Jalan Angkut Tambang Berdasarkan Geometri dan Daya Dukung Pada Lapisan Tanah Dasar".Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat.
- [10] Suwandhi,A.(2004)."PerencanaanJalanTambang". Bandung: DiklatPerencanaan Tambang Terbuka.
- [11] Oemiati, Nurnilam, dkk (2020). "Analisis Kegiatan Produktivitas Terhadap Fuel Ratio Alat Angkut dan Alat Gali Muat Pada PIT 2 di PT Pro Sarana Cipta".Palembang : Universitas Muhammadiyah Palembang.
- [12] Savendra, D. (2017)."Analisis Hubungan Total Resistance dan Kecepatan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dumptruck Komatsu HD 785 dan Caterpillar HD 777 di PT. Semen Padang". Padang : Universitas Negeri Padang.
- [13] Yunianto, Lukman. (2017). "Optimalisasi Kecepatan Dumptruck Caterpillar 789B Pada Kegiatan Pengangkutan Lapisan Tanah Penutup di Pit Pinang South Department Jupiter PT. Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur". Yogyakarta : Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- [14] PT. Antam Tbk. (2016). "Perencanaan Pembuatan Jalan Tambang Pada Mine Development Smelter Grade Alumina Plant Project PT. Antam Tbk Komoditas Bauksit, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat.". Kalimantan Barat.
- [15] Thompson, Roger. (2010). "Mine Haul Road Design and Management Best practice For Safe And Cost Efficient Truck Haulage". Australia : Curtin University Of Technology.
- [16] Golbasi, Onur, dkk. (2021). "Haul truck Fuel Consumption Modeling Under Random Operating Conditions: A Case Study". Turkey : Middle East Technical University.
- [16] Makhathshwa, S,V. (2009). "Optimization of the loading and hauling fleet at Mamatwan open pit mine". South Africa : The Southern African Institute Of Mining And Metallurgy.
- [17] Dey, S, dkk. (2018). "Analysis, of Factors, Which Influence the Cycle Time of Dumpers of Open Cast Coal Mines to Improve Productions". India : India Institute of Technology.
- [18] T.Uludag. (2018). "Optimization of the load-and-haul operation at an opencast colliery". South Africa : The Southern African Institute Of Mining And Metallurgy.
- [19] Febrinaldi, Edo dan Anaperta, Mingsi, Y. (2021). "Evaluasi Jalan Tambang Untuk Meningkatkan Produksi Dari Pit A 1 B Ke Evortable Finish Ore (Efo) Di Pt Paramitha Persada Tama Blok Kerja Pt Bintang Delapan Resources". Jurnal Bina Tambang Vol. 6 No. 5. Departemen Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
- [20] Zikri, Afdal dan Anaperta, Mingsi, Y. (2021). "Analisis Optimasi Produktivitas Alat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pengangkutan Andesit Untuk Mengoptimalkan Produksi Di PT. Koto Alam Sejahtera". Jurnal Bina Tambang Vol. 6 No. 1. Departemen Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang
- [21] Zara, M., & Prabowo, H. (2020). "Kajian Teknis Geometri Jalan Angkut dan Pengaruhnya Terhadap Produksi Alat Angkut pada Penambangan Batu Andesit di PT. Ansar Terang Crushindo 1 Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat". Bina Tambang, 5(5), 20-31.
- [22] Fikri, M. A., Heriyadi, B., & Prabowo, H. (2018). "Analisis Stabilitas Lereng Pada Pit Tambang Air Laya Barat Section C-C'pt Bukit Asam (Persero) Tbk"., Sumatera Selatan. Bina Tambang, 3(2), 835-849.
- [23] Heriyadi, B., Prengki, I., & Prabowo, H. (2019), November). "Analysis of Collapse Load and Open Hole Evaluation Based on Rock Mass Rating (RMR) Method in Underground Mining". In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1387, No. 1, p. 012104). IOP Publishing.
- [24] Septian, R., Heriyadi, B., & Prabowo, H. (2018). "Analisis kestabilan lereng jalan tambang di pt. Sumbar calcium pratama jorong atas halaban, nagari halaban, kecamatan laleh sago halaban, kabupaten lima puluh kota, provinsi sumatera barat". Bina Tambang, 3(2), 893-903.