

Analisis Pengaruh Geometri Jalan Angkut Terhadap Produktivitas Alat Angkut Di PT Jomima Baramulia Abadi Site Bangun Olah Sarana Sukses, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur

Yovan Adiel Natanael¹, Nurkhamim^{2a}, Dwi Poetranto WA^{3b} Faizal Agung Riyadi⁴

^{1/2}UPN "Veteran" Yogyakarta

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta,

Jl. Padjajaran Condongcatur Depok Sleman Yogyakarta 55283 Indonesia

email: ^anurkhamim@upnyk.co.id, ^bdwipoetranto61@gmail.com

ABSTRACT

PT. Jomima Baramulia Abadi is a company engaged in coal production, PT JBA uses a combination of mechanical tools to carry out mining activities to achieve the production target of 210,000 BCM/month. The mechanical equipment used in the excavation and loading activities is the Doosan DX 800 LC Excavator, while the transportation equipment used is the Sany SKT 80 S Dump Truck. The problem that occurs today is that the production target of 210,000 BCM/month has not been achieved. Actual data from research results, the current production is still at 61,254 BCM/month for loading equipment. If the production target set by the company has not been achieved, then an effort is made to analyze the causes of not achieving the production target. Efforts to increase coal mining production are carried out by improving road geometry, adding transportation equipment, and emphasizing the circulation time of mechanical equipment. After making improvements to the circulation time and increasing the amount of bulk, the transportation equipment cycle time increased from 11.43 minutes to 9.69 minutes for one trip. The production of loading and unloading equipment increased to 301,050 BCM/month which was initially 61.254 BCM/month and the production of transportation equipment was 317,640 BCM/month which was initially 64,632 BCM/month.

Keywords: Cycle Time, Productivity, Road Geometric

ABSTRAK

PT. Jomima Baramulia Abadi adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi batubara, PT JBA menggunakan kombinasi alat mekanis untuk melakukan kegiatan penambangan guna mencapai target produksi yaitu sebesar 210.000 BCM/bulan. Alat mekanis yang digunakan dalam kegiatan penggalian dan pemuatan yaitu Excavator Doosan DX 800 LC, sedangkan alat angkut yang digunakan adalah Dump Truck Sany SKT 80 S. Permasalahan yang terjadi saat ini adalah belum tercapainya target produksi sebesar 210.000 BCM/bulan. Data aktual dari hasil penelitian, produksi saat ini masih sebesar 61.254 BCM/bulan untuk alat muat. Untuk target produksi yang ditetapkan perusahaan belum tercapai, maka dilakukan upaya analisis penyebab tidak tercapainya target produksi. Upaya peningkatan produksi penambangan batubara dilakukan dengan memperbaiki geometri jalan, penambahan alat angkut dan melakukan penekanan terhadap waktu edar alat mekanis. Setelah dilakukan perbaikan pada waktu edar dan penambahan jumlah curah, waktu edar alat angkut meningkat dari 11,43 menit menjadi 9,69 menit untuk satu kali ritase. Produksi alat gali muat meningkat menjadi 301,050 BCM/bulan yang awalnya 61,254 BCM/bulan dan produksi alat angkut 317,640 BCM/bulan yang awalnya BCM/bulan 64,632 BCM/bulan.

Kata Kunci: Waktu Edar, Produktivitas, Geometri Jalan

I. PENDAHULUAN/INTRODUCTION

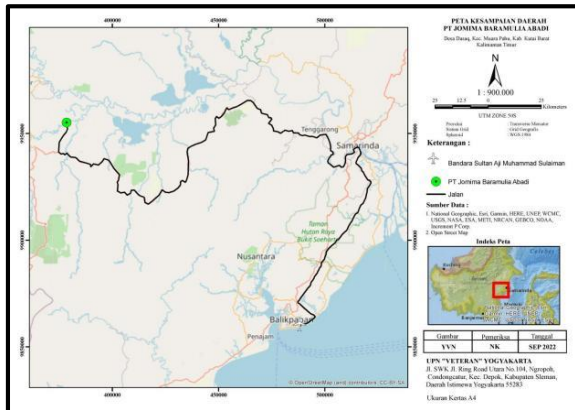
PT. Jomima Baramulia Abadi (PT. JBA) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan. PT. Jomima Baramulia Abadi secara administratif terletak di Desa Dasaq, Kecamatan Muara Pahu, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. PT. JBA secara astronomis terletak pada posisi antara 13°48'49" sampai 132°32'33" Bujur Timur serta diantara 103°01'05" Lintang Utara dan 100°09'33" Lintang Selatan.

PT. JBA melakukan aktivitas penambangan pada bahan galian batubara. Kegiatan penambangan

tersebut dilakukan di site Bangun Olah Sarana Sukses, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur.

Target produktivitas yang ditetapkan oleh perusahaan 350 BCM/jam. Dalam kegiatan penambangan saat ini target produktivitas belum tercapai. Tidak tercapainya target produktivitas karena kualitas jalan angkut yang kurang memadai dan waktu edar alat mekanis yang belum optimal. Untuk itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang geometri jalan angkut yang ideal, serta menganalisis produktivitas alat angkut setelah merancang geometri jalan.

Untuk meningkatkan target produktivitas supaya tercapai, maka dilakukan analisis faktor yang mempengaruhi tidak tercapai target produktivitas dan mencari upaya untuk tercapainya target produktivitas. Alat mekanis yang digunakan perusahaan saat ini yaitu alat muat Excavator Doosan DX 800LC dan alat angkut Sany SKT 80 S. Jumlah alat muat yang beroperasi yaitu berjumlah satu unit dan alat angkut dua unit dan jarak jalan angkut dari front penambangan menuju stockpile sejauh 640 m.



Gambar 1. Peta kesampaian daerah penelitian

II. METODE/METHOD

Dalam penelitian ini, metode penelitian yang digunakan adalah penggabungan antara teori dengan data - data lapangan. Adapun urutan pekerjaan dalam penelitian ini yaitu:

1. Studi Literatur

Mencari dan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan masalah yang akan diteliti melalui buku, peraturan perundangan, modul kuliah, maupun penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya berupa penelitian dan skripsi atau laporan perusahaan. Dilakukan untuk mengetahui data yang akan diambil dan sebagai dasar teori yang akan diolah dengan data-data yang didapatkan dari lapangan.

2. Orientasi Lapangan

Kegiatan orientasi lapangan yang dilakukan berupa pengamatan langsung terhadap kondisi umum di lokasi penelitian secara visual seperti pengamatan kondisi lapangandan kegiatan yang terkait dengan pelaksanaan penelitian.

3. Pengambilan Data

- Data Primer
 - 1) Geometri jalan angkut
 - 2) Waktu edar alat angkut
 - 3) Waktu edar alat muat
 - 4) Produktivitas alat mekanis.
- Data Sekunder
 - 1) Data curah hujan
 - 2) Data kemiringan jalan
 - 3) Jarak pengangkutan.

4. Pengolahan Data

Data yang diperoleh kemudian dikelompokkan sesuai dengan kegunaannya untuk lebih memudahkan dalam menganalisisnya, yang selanjutnya disajikan dalam

bentuk tabel, grafik, atau perhitungan penyelesaian. Penentuan geometri jalan dianalisis menurut AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) .

5. Analisa Data

Hasil pengolahan data digunakan untuk mengetahui kemampuan produktivitas alat muat dan alat angkut yang digunakan. Kemudian menentukan faktor-faktor penyebab tidak tercapainya sasaran produktivitas.

6. Kesimpulan dan Saran

Faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kemampuan produktivitas alat muat dan alat angkut, serta upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut dapat diketahui dari hasil pengolahan data.

Dasar Teori

1. Sifat Kembang Susut Tanah

Kembang susut tanah adalah perubahan baik berupa penambahan atau pengurangan volume tanah setelah diolah atau diubah dari bentuk asalnya, karena adanya perubahan volume pada kondisi tersebut.

Tanah umumnya diukur dalam tiga kondisi yaitu sebagai berikut:

- Kondisi asli (*Bank Cubic Meter/BCM*), yaitu tanah yang masih dalam kondisi aslinya.
- Kondisi lepas (*Loose Cubic Meter/LCM*), yaitu tanah yang telah mengalami pengembangan, besarnya penambahan volume tergantung dari faktor kembang tanah yang besarnya dipengaruhi oleh jenis tanah
- Kondisi padat (*Solid Measure/SM*), yaitu keadaan tanah setelah ditimbun kembali kemudian dipadatkan. Volume tanah setelah diadakan pemadatan, mungkin lebih besar atau lebih kecil dari volume dalam keadaan asli.

2. Pola Pemuatan

Pola pemuatan merupakan faktor yang mempengaruhi waktu edar alat muat dan alat angkut untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan sasaran produksi. Pola pemuatan dapat dilihat dari beberapa keadaan yang ditunjukkan alat gali-muat dan alat angkut, yaitu :

- Berdasarkan kedudukan truk untuk dimuati komoditas tambang oleh alat muat:
 - 1) *Top Loading*
 - 2) *Bottom Loading*
 - Berdasarkan jumlah penempatan posisi truk terhadap posisi alat muat:
 - 1) *Single Back Up*
 - 2) *Double Back Up*
 - Berdasarkan cara manuvernya
 - 1) *Frontal Cut*
 - 2) *Parallel cut with drive-by*
- ### 3. Geometri Jalan Angkut
- Lebar Jalan Angkut pada Jalan Lurus

Lebar jalan angkut minimum untuk jalur ganda atau lebih, yang dapat dilihat pada Gambar 1. (Kaufman W. Walter, 1977). Rumus untuk menghitung lebar jalan minimum pada jalan lurus adalah :

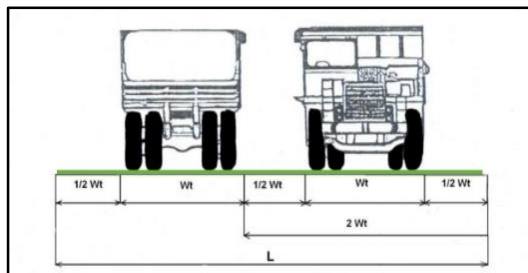
$$L(m) = n.Wt + (n + 1) (1/2.Wt)$$

Keterangan :

Lm : Lebar jalan angkut minimum, (m)

n : Jumlah jalur

Wt : Lebar alat angkut, (m)



Gambar 1. Lebar Jalan Angkut Dua Jalur

b) Lebar Jalan Angkut pada Tikungan

Lebar jalan angkut minimum pada tikungan selalu lebih besar daripada jalan angkut pada jalan lurus. Rumus yang digunakan untuk menghitung lebar jalan angkut minimum pada belokan Gambar 2. adalah :

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

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

Keterangan :

W : Lebar jalan angkut pada tikungan, (m)

n : Jumlah jalur

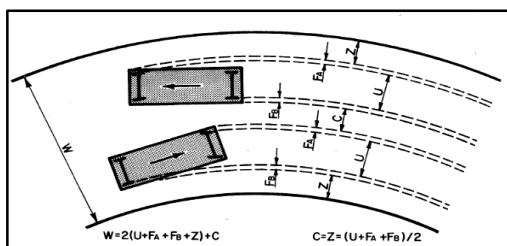
U : Jarak jejak roda kendaraan

Fa : Lebar jantai depan (m), (jarak as depan dengan bagian depan x sinus sudut penyimpangan roda)

Fb : Lebar jantai belakang (m), (jarak as belakang dengan bagian belakang x sinus sudut penyimpangan roda)

C : Jarak antara dua truk yang akan bersimpangan, (m)

Z : Jarak sisi luar truk ke tepi jalan, (m)



Gambar 2. Lebar Jalan Angkut Untuk Dua Jalur Pada Tikungan (Kaufman, 1979)

c) *Superelevasi*

Superelevasi adalah kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam dikarenakan perbedaan kemiringan. Tujuan *superelevasi* pada daerah tikungan jalan angkut agar menghindari agar menghindari atau mencegah kendaraan tergelincir keluar jalan atau

terguling. *Superelevasi* juga berguna untuk mengimbangi gaya sentrifugal sewaktu kendaraan melintasi tikungan.

$$e = \frac{V^2}{127.R}$$

Keterangan :

e = *Superelevasi*, mm/m

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

R = Jari-jari tikungan, m

d) *Cross Slope*

Cross Slope adalah sudut sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Jalan angkut pada umumnya mempunyai bentuk penampang melintang cembung dengan tujuan untuk memperlancar penyaliran, sehingga apabila turun hujan maka air yang ada pada permukaan jalan akan segera mengalir ke tepi jalan angkut. Nilai yang umum dari kemiringan melintang yang direkomendasikan adalah sebesar 20 sampai 40 mm/m.

e) Kemiringan Jalan Angkut

Kemiringan (*grade*) jalan angkut merupakan suatu faktor penting yang harus diamati secara detail dalam kegiatan kajian terhadap kondisi jalan tambang. Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

Δh : Beda tinggi antara dua titik yang diukur (m)

Δx : Jarak datar antara dua titik yang diukur (m)

Secara umum kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut besarnya berkisar antar 10% - 18%. Akan tetapi untuk jalan naik maupun turun pada bukit, lebih aman kemiringan jalan maksimum sebesar 10%.

4. Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu yang dibutuhkan suatu unit untuk menyelesaikan produksi dari awal sampai akhir.

a) Waktu Edar Alat Muat (CTm)

Merupakan total waktu pada alat muat, yang dimulai dari pengisian *bucket* sampai menumpahkan muatan ke dalam alat angkut dan kembali kosong. Rumus untuk menghitung waktu edar adalah:

$$CTm = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4$$

Keterangan :

Ctm : Total waktu edar alat muat, detik

Tm1 : Waktu untuk menggali muatan, detik

Tm2 : Waktu *swing* bermuatan, detik

Tm3 : Waktu untuk menumpahkan muatan, detik

Tm4 : Waktu *swing* tidak bermuatan, detik

b) Waktu Edar Alat Angkut

Terdiri dari waktu mengatur posisi untuk dimuati, waktu diisi muatan, waktu menanggung muatan, waktu *dumping* dan waktu kembali kosong. Rumusan untuk menghitung waktu edar alat angkut adalah:

$$CTa = Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6$$

Keterangan :

- Cta : Waktu edar alat angkut, menit
- Ta1 : Waktu pemuatan material, menit
- Ta2 : Waktu mengangkat muatan, menit
- Ta3 : Waktu penumpahan muatan, menit
- Ta4 : Waktu antri dan manuver, menit
- Ta5 : Waktu mengambil posisi siap dimuati, menit

5. Produktivitas Alat Mekanis

Produktivitas alat mekanis adalah kemampuan alat mekanis untuk memuat material dalam satuan jam. Rumusan produksi adalah sebagai berikut :

a) Produktivitas Alat Muat

Rumus yang umum dipakai untuk perhitungan produktivitas alat muat adalah:

$$P_m = P_a \times N_a \times E_k$$

Keterangan :

- P_m = Produksi alat muat (m³/jam)
- P_a = Produksi alat angkut (m³/jam)
- N_a = Jumlah alat angkut
- E_k = Efisiensi kerja (%)

b) Produktivitas Alat Angkut

Rumus yang umum dipakai untuk perhitungan produktivitas alat angkut adalah:

$$P_a = K_b \times n \times R_{\text{itasi}}/\text{jam}$$

Keterangan :

- P_a = Produksi alat angkut (m³/jam)
- K_b = Kapasitas *bucket* (m³)
- n = Jumlah *bucket*

6. Faktor Keserasian (*Match Factor*)

Faktor keserasian (*match factor*) adalah angka yang menunjukkan tingkat keserasian kerja antara dua macam alat, yaitu alat gali-muat dan alat angkut. Angka faktor keserasian dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$MF = \frac{N_a \times C_{Tm} \times n}{N_m \times C_{Ta}} \times 100\%$$

Keterangan :

- MF : Faktor keserasian
- N : Jumlah curah *bucket*
- N_a : Jumlah alat angkut
- N_m : Jumlah alat gali-muat
- C_{Ta} : Waktu edar alat angkut
- C_{Tm} : Waktu edar alat gali-muat mengisi penuh 1 bak alat angkut

Hubungan *match factor* dan efisiensi kerja alat adalah :

- a) *MF* > 1 artinya alat muat bekerja penuh, sedangkan alat angkut memiliki waktu tunggu.
- b) *MF* < 1 artinya alat angkut bekerja penuh, sedangkan alat muat memiliki waktu tunggu.
- c) *MF* = 1 artinya kedua jenis alat tersebut tidak memiliki waktu tunggu

III. HASIL DAN PEMBAHASAN / RESULT AND DISCUSSION

Pola Pemuatan

Pola pemuatan berdasarkan kedudukan alat muat dan alat angkut yang diterapkan di lokasi penambangan adalah bottom loading, yaitu pola pemuatan dengan kedudukan alat gali-muat yang sejajar dengan alat angkut. Pada pengamatan di lapangan, PT Jomima Baramulia Abadi menggunakan pola pemuatan bottom loading karena material yang akan dibongkar adalah material yang tidak habis atau sisa yang diambil sebelumnya, dan juga material yang berlumpur.

Pola pemuatan berdasarkan jumlah dan posisi alat muat terhadap alat angkut yang diterapkan di lapangan adalah single side loading, yaitu alat angkut berada pada salah satu sisi dari alat muat dikarenakan kondisi front yang cenderung sempit sehingga tidak memungkinkan untuk menerapkan pola pemuatan double side loading yang memerlukan kondisi front yang luas.

Geometri Jalan Angkut

Jalan angkut dengan jarak 640 m dari front loading ke disposal. Hasil pengamatan di lapangan, terdapat beberapa segmen jalan dengan lebar jalan angkut yang belum memenuhi. Lebar teoritis jalan angkut minimum pada jalan lurus untuk dua jalur adalah 12,1 m dan 15,5 m untuk jalan tikungan untuk dua jalur. Lebar jalan angkut berdasarkan data aktual di lapangan belum sesuai. Kondisi jalan angkut tersebut dapat menghambat kegiatan pengangkutan dan mempengaruhi waktu edar dari alat angkut tersebut.

Berdasarkan KEPMEN ESDM No 1827.K/30/MEM/2018, kemiringan (grade) jalan tambang dibuat tidak boleh lebih dari 12%, sedangkan dari data aktual di lapangan terdapat segmen yang memiliki grade jalan lebih dari 12%, yaitu pada segmen D-E sebesar 14,43%. Maka dari itu dilakukan pengupasan jalan dari segmen C'-E dengan volume 9.506,36 m³ menggunakan bulldozer dengan total waktu 59,6 jam sehingga kemiringan jalan menjadi 7,23%

Tabel 1. Geometri Jalan Angkut

Segmen (Actual)	Panjang (m)	Lebar (m)
A - B (Lurus)	126	12,9
B - C (Tikungan)	57	6,7
C - D (Lurus)	236	5,6
D - E (Tanjakan)	98	8.8
E - F (Lurus)	122	8.8

Waktu Edar (Cycle Time)

Pengamatan waktu edar alat gali-muat dilakukan pada saat alat muat berproduksi melayani alat angkut pada front penambangan, waktu yang diperoleh merupakan waktu edar rata-rata alat dalam melakukan kerja. Waktu edar alat muat untuk lapisan tanah penutup dengan jenis alat Excavator Doosan DX 800 LC yaitu

22,2 detik dan waktu edar dari alat angkut dengan jenis alat Dump Truck Sany SKT 80S yaitu 685,8 detik akan tetapi setelah dilakukannya perbaikan, waktu edar dari alat angkut menjadi lebih rendah yaitu 581,4 detik.

Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut

Setelah dilakukan upaya peningkatan produksi alat muat dan alat angkut dengan meningkatkan waktu kerja efektif dan waktu edar dengan memperbaiki geometri jalan, penambahan kecepatan alat angkut, penambahan jumlah bucket, dan penambahan jumlah alat angkut agar setiap alat mekanis dapat maksimal untuk menghasilkan produktivitas, sehingga produktivitas yang dihasilkan alat muat dan alat angkut akan meningkat dari produktivitas awal.

Kemampuan produktivitas setelah dilakukan perbaikan untuk jenis alat gali-muat Excavator Doosan DX 800 LC untuk produktivitasnya sudah mencapai target yaitu sebesar 501,75 BCM/Jam. Alat angkut yang produktivitas sebelumnya 53,86 BCM/Jam setelah dilakukannya perbaikan meningkat menjadi 105,88 BCM/Jam.

Keserasian Kerja (Match Factor)

Keserasian kerja yang menggunakan 1 unit alat gali-muat dengan waktu edar 22,2 detik dan 2 unit alat angkut dengan waktu edar 685,8 detik memiliki nilai MF sebesar 0,20 sementara setelah dilakukannya perbaikan untuk nilai MF meningkat menjadi 0,38. MF kurang dari satu artinya alat angkut bekerja 100 % sedangkan alat muat bekerja kurang 100%, hal ini disebabkan karena produksi alat muat lebih besar dari pada produksi alat angkut maka terjadi kondisi yaitu alat muat menunggu alat angkut untuk proses pemuatan, maka ditambahkan alat angkut menjadi 5 unit agar MF memiliki nilai sebesar 1.

IV. UCAPAN TERIMA KASIH / ACKNOWLEDGEMNET

Ucapan terimakasih ditujukan kepada PT. Jomima Baramulia Abadi yang telah membantu dan mendukung dalam memberikan data maupun informasi untuk penelitian ini dan semua pihak yang mendukung terlaksananya penelitian ini.

V. KESIMPULAN/CONCLUSION

Lebar jalur angkut pada kondisi lurus setelah dirancang adalah 12,1 meter. Jalur lurus pertama memiliki lebar yang memenuhi standar, sedangkan jalur lurus kedua dan ketiga perlu diperlebar 6,5 meter dan 3,3 meter, sehingga pada saat alat angkut berpapasan tidak ada waktu tunggu. Lebar jalur angkut pada kondisi tikungan adalah 15.5 meter, sedangkan jalur angkut pada tikungan memiliki lebar 6.7 meter maka perlu diperlebar 8.8 meter. Jari-jari tikungan kondisi aktual adalah 27.2 meter, jari-jari tikungan pada rencana jalan adalah 12 meter, beda tinggi sisi luar tikungan yang harus dibuat adalah 0,48 meter atau 48 cm. Maka diperlebaran jalan pada kondisi

tikungan dapat dilakukan pelebaran ke arah dalam.

Dari perhitungan *cross slope*, maka jalan angkut pada bagian tengah jalan harus memiliki beda tinggi sebesar 24.22 cm terhadap sisi jalan. Kemiringan jalan dari *front* menuju *disposal* memiliki kemiringan 14.43% atau 8.13°. Akan tetapi untuk jalan naik maupun turun pada suatu tanjakan lebih aman memiliki kemiringan jalan maksimum sebesar 8% atau 4.5°. Cara mengatasi kemiringan jalan tersebut agar dapat dilewati dengan aman adalah dengan dilakukan pengupasan jalan dengan total pengupasan sebesar 9.506,36 m³ menggunakan bulldozer dengan total waktu 59,6 jam. Setelah dilakukan optimasi dengan menerapkan geometri jalan yang ideal dan penambahan jumlah bucket maka produktivitas meningkat 391% menjadi 501.75 m³/jam.

Saran yang dapat diberikan pada hasil penelitian adalah untuk melakukan pelebaran pelebaran area *manuver* alat angkut agar alat angkut lebih leluasa dalam *manuver* dan menata rapi *front* penambangan. Melakukan pemantauan terhadap jalan angkut supaya jalan tidak akan terbelah dalam melakukan target produksi penambangan. Penambahan terhadap alat perbaikan jalan seperti bulldozer atau motorgrader supaya jalan bisa terselesaikan dengan baik.

VI. DAFTAR PUSTAKA/REFERENCES

- A. Suwandhi, 2004, *Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*, UNISBA, Bandung.
- Allen G. P., Chambers J. L., 1998, *Deltaic Sediment in The Modern and Miocene Mahakam Delta*, IPA, Jakarta.
- Burt C. N., Caccetta L., 2018, *Equipment Selection for Mining : with Case Studies*, Department of Mathematics and Statistics The University of Melbourne Parkville, VIC Australia.
- Hustrulid, W., Kuchta, M., Martin, R., 2013, *Open Pit Mine Planning & Design 3rd Edition*, Taylor & Francis Group, Llc 6000 Broken Sound Parkway Nw, Suite 300 Boca Raton Florida, U.S.A.
- Partanto Prodjosumarto, 1995, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Jurusan Teknik Pertambangan, ITB, Bandung.
- Prijasambada, 2007, *Peralatan Konstruksi*, Jurusan Teknik Sipil, UPI Y.A.I, Jakarta.
- Rochmanhadi, 1992, *Kapasitas dan Produksi Alat-alat Berat*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Supriatna S., Sukardi R., Rustandi E., 1995, *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Wesli, 2008, *Drainase Perkotaan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Yanto Indonesianto, 2014, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta.
- _____, Caterpillar Inc, 2013, *Surface Mine Primary Loading Tool Selection Guide*, Caterpillar, U.S.A.