

Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut untuk Meningkatkan Produksi pada Penambangan Andesit PT Arto Bangun Cemerlang di Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat

Shania Wulanda Sari^{*}, Zaenal, Sriyanti

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*shaniawulanda9@gmail.com, zaenal.mq66@gmail.com, sriyanti.tambang@yahoo.com

Abstract. In mining activities there are several factors that influence the unachieved production of loading and hauling equipment. This is caused by the high tool cycle time, delay time and improper loading pattern. In this study, it discusses efforts to increase production in loading and conveyance equipment. The loading equipment for the Sany SY215 Excavator and the transport equipment use the Isuzu Giga Tronton Type FV 285 Dump Truck. The effort made is to reduce the cycle time of the loading equipment by changing the bottom loading pattern to top loading. Barrier time is the time for the loading and unloading equipment to not produce, the drag time for the conveyance and unloading equipment can be seen based on the work efficiency of the loading and unloading equipment. The work efficiency of the loading equipment is 62.31% and the work efficiency of the transportation equipment is 89.34%. Based on the results of work efficiency of loading and transport equipment, loading equipment has more waiting time compared to transportation equipment because of the high stand by time on transportation equipment compared to loading equipment. Based on actual production data on the Sany SY215 Excavator loading equipment of 9,475.2 BCM/month and the transportation equipment with 3 units of Isuzu Giga Tronton Type FV 285 Dump Trucks, namely 9,455.04 BCM/month. As for some improvements made such as the pattern of loading and reducing the cycle time (circulation time) of loading and hauling equipment. After the repairs were carried out, there was an increase in production of loading and conveyance equipment, where the production of loading and unloading equipment after repairs was 11,037.6 BCM/month and 11,022.48 BCM/month for conveyances.

Keywords: *Obstacle Time, Cycle Time, Loading Pattern.*

Abstrak. Pada kegiatan penambangan adanya beberapa faktor yang berpengaruh terhadap ketidaktercapaian produksi alat muat dan angkut. Hal ini disebabkan oleh cycle time alat yang tinggi, waktu hambatan dan pola pemuatan yang kurang tepat. Pada penelitian ini membahas mengenai upaya untuk meningkatkan produksi pada alat muat dan alat angkut. Alat muat menggunakan Excavator Sany SY215 dan alat angkut menggunakan Dump Truck Isuzu Giga Tronton Tipe FV 285. Upaya yang dilakukan yaitu dengan menurunkan cycle time (waktu edar) pada alat muat dengan mengubah pola pemuatan bottom loading menjadi top loading dan penambahan jumlah penumpahan bucket pada alat angkut. Waktu hambatan merupakan waktu alat muat dan alat angkut tidak produksi, waktu hambatan pada alat angkut dan alat muat dapat dilihat berdasarkan efisiensi kerja alat muat dan alat angkut. Efisiensi kerja alat muat sebesar 62,31 % dan efisiensi kerja alat angkut sebesar 89,34%. Berdasarkan hasil efisiensi kerja alat muat dan alat angkut, alat muat lebih banyak waktu menunggu dibandingkan dengan alat angkut karena tingginya waktu stand by time pada alat muat dibandingkan dengan alat angkut. Berdasarkan data aktual produksi pada alat muat Excavator Sany SY215 sebesar 9.475,2 BCM/bulan dan alat angkut dengan 3 unit Dump Truck Isuzu Giga Tronton Tipe FV 285 yaitu sebesar 9.455,04 BCM/bulan. Adapun beberapa perbaikan yang dilakukan seperti pada pola pemuatan dan menurunkan cycle time (waktu edar) alat muat dan angkut. Setelah dilakukan perbaikan, terdapat peningkatan produksi pada alat muat dan alat angkut, dimana produksi alat muat setelah adanya perbaikan sebesar 11.037,6 BCM/bulan dan alat angkut 11.022,48 BCM/bulan.

Kata Kunci: *Waktu Hambatan, Cycle Time, Pola Pemuatan.*

A. Pendahuluan

PT Arto Bangun Cemerlang merupakan perusahaan pertambangan yang bergerak di komoditas batuan Andesit yang berlokasi di Desa Sirnarasa, Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Industri pertambangan merupakan salah satu sektor industri yang mendorong kemajuan peradaban serta dapat memenuhi kebutuhan pada suatu negara. Seperti yang diketahui bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang berada pada zona ring of fire yang mengakibatkan adanya berbagai macam jenis bahan galian diantaranya seperti mineral logam, non logam, energi dan bahan galian industri.

PT Arto Bangun Cemerlang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penambangan Batu Andesit dengan target produksi sebesar 9.803,92 BCM/Bulan atau 25.000 Ton/Bulan. Pada skripsi ini penulis melakukan penelitian karena ketidaktercapaian produksi saat ini yang terjadi di perusahaan, dimana ketidaktercapaian produksi dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya cycle time alat muat dan angkut serta pola pemuatan yang digunakan di area kerja, semakin besar cycle time alat maka produktivitas akan turun. Oleh karena itu dilakukannya penelitian ini yang berjudul kajian teknis alat muat dan angkut untuk meningkatkan produksi batu andesit, dimana ada beberapa perbaikan yang penulis lakukan di perusahaan salah satunya terkait dengan cycle time, pola pemuatan dan jumlah pemuatan.

B. Metodologi Penelitian

Pemindahan Tanah Mekanis (PTM) adalah semua pekerjaan yang berhubungan dengan kegiatan penggalian, pemuatan, pengangkutan, penimbunan, perataan dan pemadatan tanah atau batuan dengan menggunakan alat-alat mekanis (alat-alat berat/besar).

Yang dimaksud dengan tanah disini adalah bagian teratas dari kulit bumi yang relatif lunak, tidak begitu kompak dan terdiri dari butiran-butiran lepas. Sedangkan yang dimaksud dengan batuan adalah bagian kulit bumi yang lebih keras, lebih kompak dan terdiri dari kumpulan mineral pembentuk batuan tersebut. Teknik pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan observasi, wawancara, studi literatur dan percobaan. Sedangkan data yang diambil ada dua, yaitu primer dan sekunder. Pada data primer yaitu waktu produktif, waktu hambatan, cycle time alat muat dan alat angkut, density insitu, density loose, Swell Factor, Fill Factor dan target produksi perusahaan. Sedangkan data sekunder meliputi peta administrasi, peta topografi, peta geologi dan spesifikasi alat muat dan alat angkut. Tidak tercapainya target produksi dikarekan cycle time alat muat dan alat angkut yang tinggi. Perbaikan yang dilakukan agar menghasilkan cycle time yang rendah dengan mengubah pola pemuatan pada alat muat yang awalnya bottom loading menjadi top loading. Pada alat angkut melakukan penambahan penumpahan jumlah bucket pada alat angkut yang dimana hal ini akan berdampak terhadap peningkatan produksi. Dalam pemindahan material, siklus kerja merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang.

Proses gerakan dari suatu alat dari gerakan mulanya sampai kembali lagi pada gerakan mula tersebut. Adapun waktu yang diperlukan untuk melakukan satu siklus kegiatan diatas disebut waktu siklus /edar (Nurhakim, 2004) [5]. Pekerjaan utama dalam kegiatan tersebut menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali ke kegiatan awal. Setiap alat yang bekerja akan mempunyai kemampuan memindah material per siklus. Cycle time alat muat merupakan waktu yang digunakan untuk menggali, swing (mengayun bucket) bermuatan material, membuang muatan, waktu. Swing tidak bermuatan, kembali ke permukaan kerja dan posisi siap untuk menggali muatan lagi.

Waktu yang dibutuhkan alat gali – muat untuk mengisi alat angkut sampai bak Vessel alat angkut dalam keadaan penuh dan siap untuk mengangkut muatan lagi disebut waktu mengisi muatan (loading time). Cycle time alat angkut merupakan jumlah waktu yang digunakan untuk mengisi muatan (loading time), mengangkut muatan (hauling time), kembali kosong (returning time) dan waktu kembali mengambil posisi sampai siap melakukan pemuatan (spot & delay time). Efisiensi kerja alat tidak dapat digambarkan secara lengkap hanya dengan satu factor availability saja, tetapi dengan menggunakan tiga factor availability bisa memberikan gambaran tentang efisiensi kerja alat. Dengan Mechanical Availability dapat diketahui Operational Availability sedangkan Used of Availability dipakai sebagai pelengkap untuk mengetahui suatu

operation berlangsung efisien atau baik. Menurut (Awing Suwandhi, 2001) [14] Swell adalah pengembangan volume material dari volume asli yang dapat mengakibatkan bertambahnya jumlah material yang harus dipindahkan dari kedudukan aslinya, ketika digali material akan lepas dan terjadi pengembangan sedemikian rupa sehingga tidak akan kembali ke bentuk semula. Pengembangan terjadi karena terbentuk rongga-rongga udara (voids) diantara partikel-partikel material lepas tersebut.

Keserasian kerja yang dimaksud ini adalah bahwa keserasian antara alat muat yang berkerjasama dengan alat angkut, yang diharapkan adalah efisiensi 100%. Hal ini berarti alat muat maupun alat angkut tidak pernah menunggu tanpa rencana.

Sinkronisasi alat muat dan alat angkut pada kegiatan penambangan dapat diketahui dengan cara menghitung besarnya Match Factor (faktor keserasian) alat muat dan alat angkut. Besarnya nilai Match Factor adalah :

1. $MF < 1$, berarti faktor kerja alat muat lebih kecil dari 100% dan faktor kerja alat angkut 100% atau dengan kata lain kemampuan alat angkut lebih besar daripada kemampuan alat muat.
2. $MF = 1$, berarti faktor kerja alat muat dan alat angkut sama, sehingga tidak ada waktu tunggu lagi bagi kedua alat mekanis tersebut.
3. $MF > 1$ berarti faktor kerja alat muat 100% dan faktor kerja alat angkut kurang dari 100% atau kemampuan alat muat lebih besar dari kemampuan alat angkut, akibatnya waktu tunggu alat angkut besar.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Waktu hambatan merupakan waktu alat muat dan angkut tidak produksi atau dapat disebut dengan istilah loose time. Waktu hambatan pada alat angkut yaitu stand by dan repair. Dimana waktu stand by terdiri dari terlambat awal shift, menjelang waktu istirahat, setelah istirahat, menjelang waktu pulang, perapihan loading point, moving alat dan waktu tunggu. Sedangkan waktu hambatan pada alat angkut terdiri dari stand by dan repair, yang dimana stand by terdiri dari terlambat awal shift, menjelang waktu istirahat, setelah waktu istirahat, pulang kerja dan waktu tunggu. Berikut dibawah ini merupakan tabel dari waktu hambatan pada alat muat dan alat angkut pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Waktu Hambatan Alat Muat

Waktu Hambatan		(Menit)
Stand by	Terlambat Awal <i>Shift</i>	8,97
	Menjelang Waktu Istirahat	12,10
	Setelah Istirahat	8,07
	Menjelang Waktu Pulang	27,14
	Perapihan <i>Loading Point</i>	23,37
	<i>Moving</i> Alat	16,13
	Waktu Tunggu	133,83
<i>Repair</i>	<i>Repair</i>	3,13

Tabel 2. Waktu Hambatan Alat Angkut

Waktu Hambatan		(Menit)
Stand by	Terlambat Awal <i>Shift</i>	4,60
	Menjelang Waktu Istirahat	6,06
	Setelah Waktu Istirahat	3,46
	Pulang Kerja	8,30
	Waktu Tunggu	3,80
<i>Repair</i>	<i>Repair</i>	0

1. Cycle Time Excavator Sany SY215c

Cycle time alat muat meliputi digging, swing loaded, dumping, swing empty, dengan waktu rata-rata tiap kegiatan dalam waktu sebulan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Digging (Tm1)} &= 9,35 \text{ detik} \\
 \text{Swing loaded (Tm2)} &= 5,66 \text{ detik} \\
 \text{Dumping (Tm3)} &= 3,83 \text{ detik} \\
 \text{Swing empty (Tm4)} &= 5,16 \text{ detik} \\
 \text{Maka,} \\
 \text{Cycle Time (CTm)} &= \text{Tm1} + \text{Tm2} + \text{Tm3} + \text{Tm4} \\
 &= 9,35 + 5,66 + 3,83 + 5,16 \\
 &= 23,99 \text{ detik} = 0,39 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2. Cycle Time Isuzu Giga Tronton Tipe FV 285

Cycle time alat Angkut meliputi waktu berangkat kosong, manuver kosong, Loading, Hauling, Manuver isi dan Dumping dengan waktu rata-rata tiap kegiatan dalam waktu sebulan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu berangkat kosong (Tb)} &= 333,72 \text{ detik} \\
 \text{Waktu Manuver kosong (Tk)} &= 34,96 \text{ detik} \\
 \text{Waktu Loading (Tl)} &= 347,63 \text{ detik} \\
 \text{Waktu hauling (Th)} &= 385,63 \text{ detik} \\
 \text{Waktu Manuver isi (Tmd)} &= 57,84 \text{ detik} \\
 \text{Waktu Dumping (Td)} &= 79,28 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}
 \text{Cycle Time (CTa)} &= \text{Tb} + \text{Tk} + \text{Tl} + \text{Th} + \text{Tmd} + \text{Td} \\
 &= 333,72 + 34,96 + 347,63 + 385,63 + 57,84 + 79,28 \\
 &= 1239,07 \text{ detik} = 20,65 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

3. Produktivitas Alat Muat setelah Perbaikan

Produktivitas alat muat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$P_{im} = \frac{0,6231 \times 0,73 \times 0,93 \times 3600 \times 0,59}{20,61}$$

$$P_{im} = 43,80 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produksi per jam :

$$\begin{aligned}
 P_m &= P_{im} \times n_m \\
 &= 43,80 \text{ BCM/jam/alat} \times 1 \text{ alat} \\
 &= 43,80 \text{ BCM/jam}
 \end{aligned}$$

Produksi per hari :

$$\begin{aligned}
 P_m &= P_{im} \times W_e \\
 &= 43,80 \text{ BCM/jam} \times 9 \text{ Jam} \\
 &= 394,2 \text{ BCM/hari}
 \end{aligned}$$

Produksi per bulan :

$$\begin{aligned}
 P_m &= P_{im} \times W_e \\
 &= 43,80 \text{ BCM/jam} \times 252 \text{ Jam} \\
 &= 11.037,6 \text{ BCM/bulan}
 \end{aligned}$$

Apabila dilihat berdasarkan data yang telah diolah, cycle time setelah dilakukan perbaikan menurun menjadi 20,61 detik atau 0,34 menit. Selain itu, produktivitas alat meningkat menjadi 43,80 BCM/jam.

4. Produktivitas Alat Angkut Setelah Perbaikan

Berikut ini perhitungan produktivitas alat angkut berdasarkan parameter data-data pengamatan dan pengolahan dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{ia} = \frac{0,8934 \times 60 \times (14 \times 0,93 \times 0,73) \times 0,59}{20,65}$$

$$P_{ia} = 14,58 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produksi per jam :

$$\begin{aligned}
 P_a &= P_{ia} \times 3 \\
 &= 14,58 \text{ BCM/jam/alat} \times 3 \text{ alat} \\
 &= 43,74 \text{ BCM/jam}
 \end{aligned}$$

Produksi per hari :

$$\begin{aligned} Pa &= Pia \times We \\ &= 43,74 \text{ BCM/jam} \times 9 \text{ Jam} \\ &= 393,66 \text{ BCM/hari} \end{aligned}$$

Produksi per bulan :

$$\begin{aligned} Pa &= Pia \times We \\ &= 43,74 \text{ BCM/jam} \times 252 \text{ Jam} \\ &= 11.022,48 \text{ BCM/bulan} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil data pengolahan, terdapat peningkatan produksi pada alat angkut oleh penambahan penumpahan bucket pada alat angkut. Produksi pada alat angkut yang dihasilkan menjadi 43,74 BCM/jam. Berikut dibawah ini merupakan Tabel 3 rekapitulasi perbandingan data aktual dan setelah perbaikan pada alat muat dan angkut.

Tabel 3. Rekapitulasi Perbandingan Produksi Alat Muat dan Alat Angkut

No	Keterangan	Produksi Sebelum Perbaikan	Produksi Sesudah Perbaikan
1	<i>Excavator Sany SY215c</i>	9.475,2 BCM/bulan	11.037,6 BCM/bulan
2	<i>Dumptruck Isuzu Giga Tronton Tipe FV 285</i>	9.455,04 BCM/bulan	11.022,48 BCM/bulan

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya sebagai berikut :

1. Pada produksi aktual didapatkan 9.475,2 BCM/bulan, sedangkan target produksi perusahaan sebesar 9.803,92 BCM/bulan. Apabila dilihat berdasarkan hasil dari produksi aktual, maka target produksi dari perusahaan belum tercapai.
2. Waktu tunggu pada alat muat sebesar 2,2 jam dan waktu tunggu pada alat angkut sebesar 8,16 menit . Sementara itu efisiensi kerja alat muat sebesar 62,31 % dan efisiensi kerja alat angkut sebesar 89,34%. Berdasarkan hasil efisiensi kerja alat muat dan alat angkut, alat muat lebih banyak waktu menunggu dibandingkan dengan alat angkut.
3. Dilakukan upaya perbaikan pada excavator, ketika excavator hendak melakukan swing tidak boleh melebihi 180° sehingga menghasilkan cycle time yang rendah. Kemudian dilakukannya perubahan posisi pada alat excavator yang awalnya bottom loading menjadi top loading. Selain itu, melakukan penambahan jumlah penumpahan bucket pada alat angkut, yang dimana hanya 12 kali penumpahan bucket menjadi 14 kali penumpahan bucket pada alat angkut.
4. Produksi setelah dilakukan perbaikan, didapatkan 11.037,6 BCM/bulan., sedangkan target produksi perusahaan sebesar 9.803,92 BCM/bulan. Apabila dilihat berdasarkan hasil dari produksi setelah dilakukan perbaikan, maka produksi sudah mencapai target produksi dari perusahaan.

Acknowledge

1. Keluarga Tercinta
Teruntuk kedua orangtua, penyusun ucapkan terima kasih telah mendidik dan memberikan semangat hidup. Teruntuk keluarga besar di Bandung dan Ciamis, terima kasih telah memberikan dukungan serta doa terbaik yang ditujukan kepada penyusun dalam pembuatan skripsi maupun saat menempuh perkuliahan.
2. Koordinator Skripsi dan Jajaran Dosen Teknik Pertambangan
Penulis juga mengucapkan terima kasih juga yang tiada hentinya yang sangat sabar dan baik hati mengarahkan dan mendidik penulis hingga saat ini hingga terselesaikannya skripsi ini.
3. Dosen Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung
Terima kasih kepada dosen Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung atas segala dedikasi serta ilmu yang bermanfaat.
4. Teman terbaik yaitu kepada Ria Haryani, Winda Widianingsih, Dinda Jovita Luthfiani, Yunita Islamiati, Frisca Vitria Perkasa, Rihhadatul Aisyi Alfafa, Devi Ulfa Yunita, Aang

Faisal Burhanudin dan Muhammad Rizqi Wicaksono. Penulis mengucapkan terima kasih yang tiada hentinya kepada teman terbaik yang telah memberikan waktu, tempat, dukungan serta bantuannya kepada penulis sehingga terselesaikannya skripsi ini.

Daftar Pustaka

- [1] Anisari, R., 2021, “Keserasian Alat Muat Dan Angkut Untuk Kecapaian Target Produksi Pengupasan Batuan Penutup Pada PT. Adaro Indonesia Kalimantan Selata”, Jurnal Poros Teknik, Vol.4, No.1
- [2] Diskominfo Kabupaten Bogor, 2019, "Kecamatan Rumpin Kabupaten Bogor". Kecamatanrumpin. Bogorkab.go.id
- [3] Dwiyanto, Eko, Sumbogo, 2009, “Buku Ajar Pemindahan Tanah Mekanis”, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNDIP, Semarang.
- [4] Hadi, E.R., Inmarlinianto, Gunawan, K. 2018. “Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut Untuk Mengoptimalkan Produksi Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit UW PT Borneo Alam Semesta Kecamatan Jorong Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan”. Jurnal Teknologi Pertambangan. Volume. 1, Nomor. 1.
- [5] Hambali, Nurhakim, Riswan, Dwiatmoko, M.U. 2019. “Evaluasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Sebagai Upaya Pencapaian Target Produksi Pada PT Pama Persada Nusantara Distrik KCMB”. Jurnal Himasapta. Vol. 2, No. 1.
- [6] Hartman, H., 1987, “Introductory Mining Engineering”, The University of Alabama, Tuscaloska Alabama.
- [7] Hustrulid, W. And Kuchta M, 2013, “Open Pit Mine Planning & Design Volume 3”, Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- [8] Nurhakim, 2004, “Modul Ajar Pemindah Tanah Mekanis”. Program Studi Teknik Pertambangan .Universitas Lampung Mangkurat, Banjarbaru.
- [9] Indonesianto, Yanto, 2014, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Program Studi Teknik Pertambangan Veteran UPN, Yogyakarta.
- [10] Prodjosumarto, Partanto, 1995, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Departemen Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [11] Prodjosumarto, Partanto, 2000, “Tambang Terbuka (Surface Mining)”, Departemen Pertambang Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [12] Rochim, Nur, 2021, “Evaluasi Kondisi Jalan Tambang Berdasarkan Geometri Untuk Meningkatkan Produktivitas Alat Angkut Pada PT. Mahdani Talatah Nusantara” jurnal himasapta vol.6 No.1
- [13] Sudradjat Adjat, 1999, “Teknologi & Manajemen Sumberdaya Mineral”, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [14] Suwandi, A., 2001, “ Optimalisasi Produksi Alat Berat “, badan pendidikan dan pelatihan energi dan sumberdaya mineral,pusat pendidikan dan pelatihan teknologi mineral dan batubara, depertemen energi dan sumber daya mineral RI,Bandung.
- [15] Tenrianjeng, A, 2003, “ Pemindahan Tanah Mekanis atau Alat-Alat Berat”. Gundarma, Depok.
- [16] Turkandi , Sidarto, Agustyanto, D.A., dan Hadiwijoyo, M.M.P, 1992, “Peta Geologi Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu”. P3G , Bandung.
- [17] Van Zuidam. 1985. “Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphological Mapping”. Smits Publisher, The Haque, Netherland.
- [18] Vendhi, Prasmoro, 2020, “Optimasi Produksi Dump Truck Volvo Fm 440 Dengan Metode Kapasitas Produksi dan Teori Antrian Di Lokasi Pertambangan Batubara (Studi Pada Salah Satu Kontraktor Pertambangan Area Samarinda, Kalimantan Timur)”, Teknik Industri Universitas Mercu Buana, Jurnal OE, Volume VI, Maret No. 1
- [19] Wedhanto, Sonny, 2009, ”Alat Berat Dan Pemindahan Tanah Mekanis”, Universitas Negeri Malang, Malang.

- [20] Walter W, Kaufman and James, 1977, "Design of Surface Mine Haulage Road-Manual", United States Departement of The Interior, Berau of Mines.