



### KAJIAN TEKNIS PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA KEGIATAN PENAMBANGAN BATUBARA

#### TECHNICAL STUDY OF THE PRODUCTION OF LOADING TOOLS AND CONVEYANCE IN COAL MINING ACTIVITIES

Muhammad Dafa Ramadhan<sup>1\*</sup>, Kresno<sup>2</sup>, Tedy Agung Cahyadi<sup>3</sup>, Edy Nursanto<sup>4</sup>, Indun Titisariwati<sup>5</sup>  
Andi Syahril Sulfa<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "veteran" Yogyakarta

<sup>6</sup>Penanggung Jawab Operasional PT.Manrapi Mining Kontraktor

Artikel masuk : 27-05-2022 , Artikel diterima : 19-06-2023

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kemampuan produksi alat muat dan alat angkut yang digunakan pada kegiatan penambangan batubara, mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi tidak tercapainya saran produksi batubara, kemudian melakukan upaya peningkatan produksi alat muat dan alat angkut agar target yang telah ditetapkan dapat tercapai. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan dan pengambilan data di lapangan secara langsung (data primer) maupun secara tidak langsung (data sekunder) yang kemudian akan dilakukan pengolahan data. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diambil kesimpulan Produksi alat muat *Excavator* Komatsu PC400LC adalah 18.651,11 Ton/bulan dan produksi 4 unit alat angkut *Dump Truck* Nissan CWB450HD adalah 18.325,66 Ton/bulan. Faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi pada alat muat dan alat angkut adalah efisiensi kerja yang rendah akibat kehilangan waktu kerja dan waktu edar yang tidak optimal akibat kondisi jalan yang tidak memenuhi standar. Upaya untuk meningkatkan produksi alat muat dilakukan dengan meningkatkan efisiensi kerja dari 63,56% menjadi 64,32%, sehingga target produksi meningkat menjadi 20.761.54 Ton/bulan. Untuk alat angkut, alternatif pertama yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi adalah dengan meningkatkan efisiensi kerja dari 63,34% menjadi 64,10% dan pengoptimalan waktu edar alat angkut dari 359,77 detik menjadi 330,10 detik, sehingga produksi meningkat menjadi 20.212,45 Ton/bulan. Alternatif kedua yang dapat dilakukan yaitu dengan meningkatkan efisiensi kerja dan penambahan jumlah pengisian *bucket* dari 3 kali menjadi 4 kali, sehingga produksi meningkat menjadi 21.986,50 Ton/bulan

Kata kunci:  
produktivitas, alat gali muat, alat angkut, batubara

Keywords:  
productivity, loading and unloading tools, conveyance, coal

\*Penulis Koresponden: [mrafa.ramadhan912@gmail.com](mailto:mrafa.ramadhan912@gmail.com)

Doi : <https://doi.org/10.36986/impj.v5i1.56>

**ABSTRACT**

**This Research Aims To Calculate The Production Capability Of Loading And Conveyance Equipment Used In Coal Mining Activities, Find Out What Factors Affect The Non-Achievement Of Coal Production Suggestions, And Then Make Efforts To Increase The Production Of Loading And Conveyance Equipment So That The Targets That Have Been Set Can Be Achieved. . In This Study, Observation And Retrieval Of Data In The Field Directly (Primary Data) And Indirectly (Secondary Data) Will Then Be Carried Out Data Processing. Based On The Results Of Calculations, It Can Be Concluded That The Production Of Komatsu Pc400lc Excavator Loading Equipment Is 18,651.11 Tons / Month And The Production Of 4 Units Of Nissan Cwb450hd Dump Truck Conveyance Is 18.325,66 Tons / Month. Factors That Cause Non-Achievement Of Production Targets On Loading Equipment And Conveyance Are Low Work Efficiency Due To Loss Of Working Time And Non-Optimal Distribution Time Due To Road Conditions That Do Not Meet The Standards. Efforts To Increase The Production Of Load Tools Were Made By Increasing Work Efficiency From 63.56% To 64.32%, So That The Production Target Increased To 20,761.54 Tons / Month. For Conveyance, The First Alternative That Can Be Done To Increase Production Is To Increase Work Efficiency From 63.34% To 64.10% And Optimize The Distribution Time Of Conveyance From 359.77 Seconds To 330.10 Seconds, So That Production Increases To 20.212,45 Tons / Month. The Second Alternative That Can Be Done Is To Increase The Work Efficiency And Increase The Number Of Bucket Fillings From 3 Times To 4 Times, So That Production Increases To 21.986,50 Tons / Month.**

**PENDAHULUAN**

Sistem Penambangan yang di gunakan oleh PT. Manrapi Mining Kontraktor adalah tambang terbuka dengan metode *strip mine*. Metode tambang terbuka merupakan metode penambangan yang berhubungan langsung dengan udara bebas (Pfleider, 1968).

Sebelum memulai aktivitas penambangan batubara, terlebih dahulu harus dilakukan kegiatan pengupasan tanah pucuk (*top soil*) dan lapisan penutup (*overburden*). Lapisan penutup batubara didominasi oleh material yang relative lunak sehingga mudah untuk melakukan *free digging*. *Overburden* yang digali ini akan ditimbin ke lahan bekas penambangan pada blok sebelumnya (metode *back filling*) untuk digunakan sebagai kegiatan reklamasi (Maharani, 2021)

Alat mekanis yang dibutuhkan dalam kegiatan produksi batubara adalah alat muat dan alat angkut. Produksi alat muat dan alat angkut dapat dilihat dari kemampuan alat tersebut dalam penggunaannya di lapangan. Kondisi di lapangan sangat mempengaruhi kemampuan produksi alat muat dan alat angkut (Zulkifli, 2020).



Gambar 1 Peta Kesampaian Daerah

Sasaran produksi yang ditetapkan perusahaan untuk produksi batubara adalah 20.000 Ton/bulan. Alat mekanis yang digunakan dalam kegiatan penggalian dan pemuatan tanah penutup yaitu *backhoe* Komatsu Excavator PC 400, sedangkan alat angkut yang digunakan adalah Dumptruck jenis Nissan cwb450HD, sementara pada saat penelitian produksi aktual dari kombinasi 1 alat muat dengan 4 alat angkut adalah 18.200 Ton/Bulan. Ketidaktercapaian ini disebabkan oleh beberapa faktor yang menyebabkan tidak terealisasinya sasaran produksi yang telah direncanakan. Setelah diketahui penyebabnya, dapat ditentukan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kegiatan produksi dengan memberikan suatu alternatif. Hasil yang diperoleh dari alternatif tersebut dilakukan penilaian sehingga diambil kesimpulan agar sasaran produksi yang telah ditetapkan dapat tercapai. Pentingnya penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui efektivitas alat muat dan alat angkut pada perusahaan sehingga dapat bekerja dengan maksimal.

**METODE**

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan dan pengambilan data di lapangan secara langsung (data primer) maupun secara tidak langsung (data sekunder) yang kemudian akan dilakukan pengolahan data. Hasil pengolahan data akan dianalisis sehingga dapat diambil kesimpulan dan saran yang sesuai dengan permasalahan yang ada.

Adapun prosedur penelitian yaitu :

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang, baik yang bersifat sebagai dasar penelitian maupun yang bersifat sebagai pendukung dan referensi yang berkaitan dengan kajian teknis peralatan yang digunakan pada produksi batubara. Hal ini dilakukan untuk mengetahui data yang akan diambil yang dapat bersumber dari hasil penelitian sebelumnya, buku atau arsip daerah.

2. Observasi Lapangan

Pengamatan di lapangan dilakukan dengan melakukan peninjauan lapangan secara langsung untuk melakukan pengamatan kondisi dan keadaan di lapangan serta pengamatan terhadap proses yang terjadi dan mencari informasi pendukung yang terkait dengan permasalahan yang akan dibahas, kemudian menentukan area yang akan diteliti dan merencanakan waktu pengambilan data yang akan diambil datanya.

3. Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan dua data yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

- 1) Kondisi *front* penambangan
- 2) Kondisi jalan angkut
- 3) Pola pemuatan
- 4) Waktu edar alat muat dan alat angkut
- 5) Data kehilangan waktu kerja

b. Data Sekunder

- 1) Peta lokasi
- 2) Data curah hujan
- 3) Jam kerja
- 4) Spesifikasi alat
- 5) *Swell factor*
- 6) *Bucket Fill Factor*
- 7) Catatan-catatan dan laporan-laporan yang ada di perusahaan

4. Pengolahan Data

a. Data mengenai jam kerja aktual dan jam kerja yang ditentukan dari masing-masing alat akan diolah untuk mengetahui waktu kerja efektif.

b. Data mengenai waktu edar, efisiensi kerja, *swell factor*, *bucket fill factor*, dan spesifikasi alat akan diolah untuk mengetahui produksi dari masing-masing alat secara teoritis.

5. Analisis Data

Hasil pengolahan data digunakan untuk mengetahui kemampuan produksi alat muat dan alat angkut yang digunakan. Kemudian menentukan faktor-faktor penyebab tidak tercapainya sasaran produksi. Setelah diketahui penyebabnya, dapat ditentukan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kegiatan produksi dengan memberikan suatu alternatif. Hasil yang diperoleh dari alternatif tersebut dilakukan penilaian sehingga dapat diambil suatu kesimpulan. Kemampuan produksi alat muat dan alat angkut serta faktor-faktor penghambat kegiatan produksi dapat diketahui, dan diharapkan kemampuan produksi dapat ditingkatkan dengan melakukan koreksi dan perbaikan-perbaikan baik dari segi teknis, alat, manusia dan kondisi tempat kerja.

6. Kesimpulan dan Saran

Faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kemampuan produksi alat muat dan alat angkut, dan upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk mengatasi

masalah tersebut dapat diketahui dari hasil pengolahan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

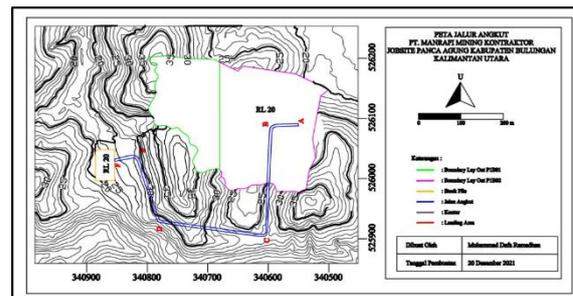
*Front* penambangan adalah suatu luasan area dalam wilayah pertambangan yang menjadi konsentrasi pembongkaran dan pemuatan. Kegiatan produksi batubara berada pada *front* penambangan P1B02. Rata-rata lebar *front* penambangan berkisar ±30 m.

1. Jalan Angkut

Jalan angkut adalah tempat dimana proses pengangkutan batubara menuju *stock file*. Jarak pengangkutan batubara dari *loading area* menuju *stock file* adalah ±1000 m. Jalan yang dilalui alat angkut pada saat bermuatan dan kosong berada pada 1 jalan yang sama. Pengangkutan batubara dimulai dari segmen A sampai dengan segmen F (Gambar 2). Geometri tiap segmen pada jalan angkut tersebut dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Geometri Jalan Angkut

Segmen Jalan	Jarak (m)	Grade (%)	Lebar (m)	Material
A-B	107,1	5,56	5,58	Clay
B-C	304,5	11,51	5,58	Clay
C-D	298,3	17,51	6,32	Clay
D-E	201,9	12,3	6,15	Clay
E-F	98,2	6,58	7,19	Clay



Gambar 2 Peta Jalur Angkut

2. Faktor Pengembangan (*Swell Factor*)

*Swell factor* adalah perubahan (penambahan atau pengurangan) volume material ketika sudah diganggu dari bentuk aslinya. Material *overburden* pada lokasi penelitian adalah *clay wet* yang memiliki densitas *loose* 1,305 ton/m<sup>3</sup> dan densitas *bank* sebesar 1,780 ton/m<sup>3</sup>, serta memiliki nilai *swell factor* sebesar 0,74

$$Swell\ factor = \frac{Density\ in\ loose}{Density\ in\ bank} \dots\dots\dots(1)$$

3. *Bucket Fill Factor*

*Bucket Fill Factor* merupakan faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas sebenarnya pada *bucket* alat muat dengan kapasitas baku dari *bucket* dalam melakukan pemuatan ke *truck*. *Bucket Fill Factor* dari alat muat Komatsu PC400LC adalah sebesar 93,03%

$$\text{Bucket fill factor} = \frac{\text{Volume Nyata}}{\text{Volume Baku}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

4. Waktu Edar (*Cycle Time*)

Jenis Alat	Jumlah Unit	Produksi (Ton/bulan)
<i>Backhoe</i> Komatsu PC400LC	1	18.651,11
<i>Dump Truck</i> Nissan CWB450HD	4	18.325,66

*Cycle time* adalah waktu yang dibutuhkan suatu unit untuk beroperasi mulai dari awal hingga akhir. Pengamatan waktu edar alat muat dilakukan pada saat alat muat melayani alat angkut pada *front* penambangan, waktu yang diperoleh merupakan waktu edar rata-rata alat dalam melakukan kerja. Waktu edar alat muat adalah waktu edar rata-rata yang ditempuh oleh alat muat mulai dari waktu untuk menggali material, waktu mengayun dengan muatan, waktu menumpahkan muatan ke alat angkut, dan waktu mengayun tanpa muatan. Waktu edar alat muat Komatsu PC400LC adalah 24,77 detik.

Pengamatan waktu edar alat angkut meliputi waktu mengambil posisi siap dimuati, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu mengambil posisi untuk penumpahan, waktu muatan ditumpahkan, dan waktu kembali kosong Waktu edar dari alat angkut Nissan CWB450HD adalah 359,77 detik

Tabel 2 Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Muat

Alat Muat	Waktu (s)
Waktu rata rata menggali	6,05
Waktu rata rata ayun bermuatan	6,68
Waktu rata rata menumpahkan	5,98
Waktu rata rata ayun tidak bermuatan	6,11
<b>Total waktu edar (<i>Cycle Time</i>)</b>	<b>24,77</b>

Tabel 3 Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Angkut

Alat Angkut	Waktu(s)
Waktu rata rata mengambil posisi dimuati	26,01
Waktu rata rata diisi muatan	149,4
Waktu rata rata mengangkut muatan	79,82
Waktu rata rata posisi menumpahkan	21,53
Waktu rata rata muatan ditumpahkan	22,73
Waktu rata rata Kembali kosong	60,35
<b>Total waktu edar (<i>Cycle Time</i>)</b>	<b>359,77</b>

5. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan terhadap suatu pekerjaan atau merupakan suatu perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Dengan berkurangnya waktu kerja efektif akan berpengaruh terhadap produksi alat mekanis tersebut. Efisiensi Kerja Alat Muat

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{\text{WKE}}{\text{WKTersedia}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Tabel 4 Efisiensi kerja Alat Muat dan Alat Angkut

Jenis Alat	Efisiensi Kerja(%)
<i>Backhoe</i> Komatsu PC400LC	63,56
<i>Dump Truck</i> Nissan CWB450HD	63,34

6. Produksi Alat Muat dan Alat Angkut

Kemampuan produksi alat muat dan alat angkut sangat berpengaruh terhadap target produksi yang telah ditargetkan oleh perusahaan. Oleh karenanya dilakukan pemilihan pola gali muat untuk mengoptimalkan kinerja dari alat muat tersebut. Setelah dilakukan analisis didapatkan hasil produksi aktual pada alat mekanis yang dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5 Produksi Alat Muat dan Alat Angkut

7. Faktor Keserasian (*Match Factor*)

Nilai keserasian kerja (*match factor*) dari rangkaian alat gali-muat dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

$$MF = \frac{nA \times (n \times Ctm)}{nM \times Cta} \dots\dots\dots(4)$$

Tabel 5 Faktor Keserasian (*Match Factor*)

Jenis Alat	Waktu Edar(s)	Jumlah Unit	Jumlah Curah	Match Factor
<i>Backhoe</i> Komatsu PC400LC	24,77	1	3	0,83
<i>Dump Truck</i> Nissan CWB450HD	359,77	4		

Berdasarkan hasil perhitungan dan uraian pembahasan materi yang dijelaskan maka dapat diambil kesimpulan produksi alat muat *Excavator* Komatsu PC400LC adalah 18.651,11 Ton/bulan dan produksi 4 unit alat angkut *Dump Truck* Nissan CWB450HD adalah 18.325,66 Ton/bulan dan belum memenuhi target produksi. Faktor yang menyebabkan

tidak tercapainya target produksi pada alat muat dan alat angkut adalah efisiensi kerja yang rendah akibat kehilangan waktu kerja dan waktu edar yang tidak optimal akibat kondisi jalan yang tidak memenuhi standar.

8. Perbaikan Efisiensi Kerja

Adanya kehilangan waktu kerja pada alat muat dan alat angkut ini tentu mempengaruhi efisiensi kerja dari alat mekanis tersebut. Waktu kehilangan kerja pada alat muat sebelum diperbaiki adalah 205,06 menit dan sesudah diperbaiki adalah 200,33 menit, dan alat angkut sebelum diperbaiki adalah 204,47 menit dan sesudah diperbaiki menjadi 199,74 menit. Ini diakibatkan karena kerusakan alat, hujan, istirahat, terlambat memulai kerja, berhenti bekerja sebelum istirahat, istirahat terlalu lama, berhenti bekerja lebih awal, *standby*, keperluan operator, dan unit pindah. Faktor kehilangan waktu kerja ini mengurangi waktu kerja efektif dari alat mekanis dan memperkecil efisiensi kerja yang ada.

Tabel 6 Perbaikan Efisiensi Kerja Alat

Jenis Alat	Sebelum (menit)	Sesudah (menit)	Presentase
Alat Muat	205,06	200,33	2,30%
Alat Angkut	204,47	199,74	2,31%

Tabel 7 Perbaikan Kehilangan Waktu Kerja

Parameter	Sebelum (menit)	Sesudah (menit)	Presentase (%)
Terlambat Memulai Kerja	14,73	10	32,11%

Perbaikan kehilangan waktu kerja yang ada ini meningkatkan efisiensi kerja alat muat yang awalnya 63,56% menjadi 64,32% dan pada alat angkut dari 63,34% menjadi 64,10%.

9. Perbaikan Jalan Angkut

Kemiringan (*grade*) jalan pada segmen jalan C-D dan D-E melebihi ketentuan KEPMEN ESDM No 1827K/30/MEM/2018 yaitu 12% sehingga perlu dilakukan perbaikan terhadap segmen jalan tersebut. Lebar jalan angkut pada setiap segmen masih belum memenuhi standar dari perhitungan lebar jalan angkut minimum yaitu 8,72 meter. Perbaikan *grade* dan lebar jalan pada segmen jalan tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8 Perbaikan Jalan Angkut

Segmen Jalan	Aktual		Perbaikan	
	Grade (%)	Lebar (m)	Grade (%)	Lebar (m)
A-B	5,56	5,58	5,56	9
B-C	11,51	5,58	11,51	9
C-D	17,51	6,32	12	9
D-E	12,3	6,15	12	9
E-F	6,58	7,19	6,58	9

Adanya perbaikan pada lebar jalan angkut dapat membuat alat leluasa pada saat pengangkutan dan apabila ada 2 alat angkut yang berpapasan tidak perlu saling menunggu. Selain itu dengan adanya perbaikan *grade* jalan menyebabkan alat angkut tidak perlu mengurangi kecepatannya karena adanya jalan yang terlalu menanjak. Waktu alat angkut saat mengangkut muatan dioptimalkan dari 79,82 detik menjadi 69,82 detik dan pada saat kembali kosong dioptimalkan dari 60,35 detik menjadi 51,35 detik. Sehingga waktu edar alat angkut dari 359,77 detik menjadi 330,10 detik.

10. Penambahan Jumlah Bucket

Alat angkut *Dump Truck* Nissan CWB450HD memiliki kapasitas bak sebesar 14m<sup>3</sup>, sedangkan alat muat *Excavator* Komatsu PC400LC memiliki kapasitas *bucket* sebesar 2,87m<sup>3</sup> dengan BFF sebesar 93,03%. Berdasarkan spesifikasi alat muat dan alat angkut, maka jumlah pengisian *bucket* alat muat ke alat angkut dapat dimaksimalkan dari 3 kali menjadi 4 kali. Penambahan jumlah pengisian *bucket* mengakibatkan waktu untuk mengisi bak alat angkut bertambah. Dapat dilihat pada table 10.

Tabel 9 Faktor Keserasian Kerja Alat

Parameter	Sebelum	Sesudah
Waktu Edar Alat Muat	24,77 detik	26,43 detik
Waktu Edar Alat Angkut	359,77detik	404,62 detik
Jumlah Alat Muat	1	1
Jumlah Alat Angkut	4	4
Jumlah Curah	3	4
Nilai <i>Match factor</i>	0,83	1,04

KESIMPULAN

Faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi pada alat muat dan alat angkut adalah efisiensi kerja yang rendah akibat kehilangan waktu kerja dan waktu edar yang tidak optimal akibat kondisi jalan yang tidak memenuhi standar. Perbaikan produksi alat muat dilakukan dengan meningkatkan

efisiensi kerja dari 63,56% menjadi 64,32%, sehingga target produksi meningkat menjadi 20.761,54 Ton/bulan. Alternatif pertama meningkatkan produksi efisiensi kerja dari 63,34% menjadi 64,10% dan pengoptimalan waktu edar alat angkut dari 359,77 detik menjadi 330,10 detik, sehingga produksi meningkat menjadi 20.212,45 Ton/bulan. Alternatif kedua dengan menambahkan jumlah pengisian *bucket* dari 3 kali menjadi 4 kali, sehingga produksi meningkat menjadi 21.986,50 Ton/bulan. Keserasian antara alat muat dan alat angkut pada penambangan batubara sebesar 1,04 sehingga terdapat waktu tunggu dari alat angkut 298 detik.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Manrapi Mining Kontraktor yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Peneliti juga mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak yang sudah membantu secara moral maupun material.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bell, F. G. 2004 *Engineering Geology and Construction*. New York : Taylor & Francis.
- Frudis, I. E., Janiar P.I, Mardiah. 2018. *Kajian Teknis Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Pencapaian Pengupasan Overburden 1.120.000 BCM di Pit Taman Tambang Air Laya Bulan September 2016 PT. Bukit Asam (Persero) Tbk*. Jurnal Mineral Vol. 3(1).
- Hidayat, Amiruddin, S.Satrianas. 1995. *Geologi Lembar Tarakan dan Sebatik Kalimantan*. Bandung :Pusat Penelitian dan Pengembangan.
- Hartman, Howard L. 1987. *Introductory Mining Engineering*. New York: John Wiley and Sons. Inc.
- Hustrulid, W. & Kuchta, M. 2006. *Open Pit Mine Planning and Design Vol.1-Fundamentals Chapter 4 2nd ed*. London: Taylor & Francis.
- Indonesianto, Y. 2014. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Istiqamah, D. A., dan Mulya, G. 2019. *Kajian Teknis Optimasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Kegiatan Pengupasan Lapisan Overburden Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional di Pit Barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto*. Jurnal Bina Tambang Vol.5(1).
- Kaufman, W.W. & Ault J.C. 1977. *Design of Surface Mine Haulage Roads A Manual*. U.S Dept. of The Interior. Bureau Mines.
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. 2018. Jakarta.
- Komatsu Inc . 2013. *Komatsu Specification and Application Handbook*, Japan : Komatsu.
- Nichols, Herbert L. & David A.Day. 1955. *Moving the Earth – The Workbook of Excavation 4th ed*. New York: McGraw-Hill.
- Peurifoy, R. L. 2006. *Construction Planning, Equipment, and Methods 7th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Pfleider, E. P. 1972. *Surface Mining 1st Edition*. New York: America Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers.
- Rochmanhadi. 1982. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Shinthya, A., dkk. 2016. *Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut Untuk Pencapaian Target Produksi Batu Gamping Sebesar 24.500 Ton/Hari pada Crusher Tuban I PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IV.
- Sulistiyana, Waterman. 2017. *Perencanaan Tambang*. Yogyakarta : Program studi Sarjana Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta