

Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut menggunakan Metode Simpleks pada PT Madina Mining

Rizki Khoiriah Nasution^{1} dan Didit Welly Udjianto²*

¹Mahasiswa Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta

²Staf Pengajar Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta

Email: 212231003@student.upnyk.ac.id

SARI

PT Madina adalah salah satu diantara perusahaan swasta yang focus pada bidang pertambangan bijih tembaga dan mineral pengikutnya, yang berlokasi pada Desa Tobang, Kecamatan Kotanopan, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara. Kegiatan menambang tembaga dilaksanakan melalui penggunaan 1 peralatan penggalian muat *excavator caterpillar* 320D melalui kombinasi 5 unit peralatan angkut *dump truck caterpillar* 745C. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui *output* aktual peralatan bongkar muat dan pengangkutan serta menentukan tingkat produksi yang efektif untuk mencapai tujuan produksi dengan cara menurunkan biaya produksi secara efektif dengan menghitung kebutuhan peralatan (*match fleet*) dengan menggunakan metode simpleks. Target produksi tembaga PT Madina Mining pada bulan September 2023 sebesar 100.521 ton/bulan. Setelah dilakukan pengkajian ternyata hasil yang didapatkan sebesar 244,88 ton/jam dan produksi peralatan angkut dengan jumlah 48,62 ton/jam. Berdasarkan dari olahan data yang telah dilakukan melalui bantuan *software* POM dilakukan 3 kali iterasi dan diperoleh hasil 5,0284. Jika dibandingkan dengan perhitungan manual, nilai yang diperoleh sebesar 4,778. Sehingga alat yang dibutuhkan dalam 1 *fleet* adalah 5 unit *dump truck* agar produksi tercapai.

Kata kunci: Evaluasi, Metode Simpleks, Produksi, Tembaga.

How to Cite: Nasution, R. K. dan Udjianto, D. W. 2024. Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut menggunakan Metode Simpleks pada PT Madina Mining. Jurnal Geomine, 12 (3): 260 – 269.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Phone:

+6285299961257

+6281241908133

Article History:

Submited October 9, 2024

Received in from November 20, 2024

Accepted December 7, 2024

Available online

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



ABSTRACT

PT Madina is one of the private companies that focuses on mining copper ore and related minerals, which is located in Tobang Village, Kotanopan District, Mandailing Natal Regency, North Sumatra Province. Copper mining activities are carried out through the use of 1

caterpillar 320D excavator loading excavation equipment through a combination of 5 units of caterpillar 745C dump truck transport equipment. The aim of this research is to determine the actual output of loading and unloading and transportation equipment and determine effective production levels to achieve production goals by effectively reducing production costs by calculating equipment requirements (match fleet) using the simplex method. PT Madina Mining's copper production target in September 2023 is 100,521 tons/month. After conducting an assessment, it turned out that the results obtained were 244.88 tons/hour and the production of transportation equipment was 48.62 tons/hour. Based on the data processing that was carried out with the help of POM software, three iterations were carried out and the result was 5.0284. When compared with manual calculations, the value obtained is 4.778. So the tools needed in 1 fleet are 5 dump trucks to achieve production.

Keyword: Evaluation, Simplex method, Production, Copper.

PENDAHULUAN

Tembaga pada tabel periodik yang dilambangkan dengan Cu dan atom dengan nomor 29. Tembaga bisa terkandung pada tembaga yang murni atau pada komposisi mineral. Tembaga begitu sulit ditemukan dan sangat sedikit diraih pada bentuk murni. Tembaga mudah diraih melalui mineral yang mencakup CuFeS_2 , 34,5% Cu, *malachite* ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, atascuprite (Cu_2O , 88,8% Cu), 57,3% Cu), *azurite chalcopyrite*, *chalcosite* (Cu_2S , 79,8% Cu), *covellite* (CuS), *enargit* (Cu_3AsS_4), dan *bornite* (Cu_5FeS_4) dan bentuk belerang yang sangat umum yakni kalkopirit. Pada dunia tambang, Indonesia populer dengan Negara kaya melalui mineral cadangan yang berlimpah ruah. Indonesia memiliki tembaga cadangan yang menjadi penyumbang dengan kisaran 4,1% melalui tembaga global cadangan dan menempati posisi ke-7 namun dari segi output, menyumbang 10,4% dari produksi global dan menempati posisi ke-2. Tembaga memiliki banyak kegunaan, perangkat elektronik yang kita gunakan sehari-hari mengandung komponen tembaga. Dengan kata lain, disadari atau tidak, tembaga sudah menjadi logam dalam kehidupan kita sehari-hari. PT Madina Mining ialah bidang usaha yang bekerja pada sektor industri yang membutuhkan bijih tembaga dan mineral pengikutnya.

Metode penambangan yang diterapkan pada tambang bijih tembaga PT Madina Mining merupakan sistem penambangan terbuka karena karakteristik penyimpanannya yang dekat dengan permukaan dan biaya operasional yang rendah. Penambangan permukaan adalah sistem penambangan permukaan yang diterapkan pada endapan bijih mineral dan penambangan endapan bijih dilakukan di lereng bukit.

Sistem penambangan yang digunakan di PT Madina Mining menggunakan peralatan mekanis, seperti *loader*, *bulldozer* dan *dump truck* menjadi peralatan utama. Taraf kesuksesan dari sistem penambangan ditetapkan melalui keproduktifan kombinasi peralatan mekanis yang dipakai dengan tidak mengesampingkan keefisienan dan keselamatan dalam pekerjaan. Menurut Partanto Prodjosumarto: 2009 tidak tercapainya produktivitas disebabkan oleh beberapa faktor, seperti iklim, efisiensi kerja, koefisien pengembangan, faktor isian mangkuk dan waktu edar suatu alat. Selama proses penambangan bijih tembaga, digunakan 1 buah peralatan penggalian muat *excavator caterpillar 320D* dan 5 buah peralatan angkut *caterpillar 745C*. Target produksi tembaga PT Madina Mining pada bulan September 2023 sebesar 100.521 ton/bulan. Tujuan dari penelitian ini yakni meraih informasi output aktual peralatan bongkar muat dan pengangkutan serta menentukan tingkat produksi yang efektif untuk mencapai tujuan produksi dengan cara menurunkan biaya produksi secara efektif dengan menghitung kebutuhan peralatan (*match fleet*) dengan menggunakan metode simpleks



METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian menurut tujuannya adalah berupa penelitian terapan (*applied research*). Penelitian terapan adalah penelitian yang dilakukan secara cermat, menyeluruh, sistematis dan berkesinambungan terhadap suatu permasalahan dengan maksud untuk segera di pergunakan untuk tujuan tertentu.

Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini dilaksanakan dengan melibatkan sejumlah metode untuk mengumpulkan informasi atau data yang tujuannya meraih deskripsi dan pemahaman mengenai subjek yang ditelaah. Dalam pengumpulan informasi, penulis memakai dua metode dalam meraih data mencakup atas data primer dan sekunder. Data primer yakni informasi yang diraih langsung lewat lapangan, dan data yang sekunder yakni data yang diraih melalui dokumen dan wawancara bersama perusahaan. Data primer yang dibutuhkan untuk penelitian ini yakni data waktu siklus peralatan bongkar muat dan peralatan angkut, sedangkan data sekunder meliputi data curah hujan, spesifikasi alat, jam kerja, jarak angkutan dan target produksi.

Teknik Analisis Data

Untuk menghitung produktivitas peralatan mekanik yang digunakan, berdasarkan target produksi yang direncanakan perlu dilakukan perhitungan durasi pengedaran peralatan gali muat dan peralatan angkut. Setelah diperoleh data primer berupa waktu edar untuk alat mekanik, maka data tersebut akan digabungkan dengan data sekunder, yaitu data spesifikasi alat mekanik.

Selanjutnya akan dihitung produktivitas masing-masing alat dan dibandingkan dengan perencanaan target produksi yang telah ditentukan.

Menurut Partanto Prodjosumarto (2009: 58), Efisiensi dalam pekerjaan ialah nilai banding dari lama pekerjaan yang efektif melalui lama pekerjaan diungkapkan pada bentuk persentase (%). Efisiensi dalam pekerjaan ini akan memberikan pengaruh pada kapasitas produksi sebuah peralatan. Faktor peralatan suatu alat mekanis dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini (Partanto Prodjosumarto (2009: 58)):

1. Ketersediaan mekanis (*Mechanical Availability*)

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

MA = Ketersediaan alat

W = Jumlah pekerjaan alat

R = Jam perbaikan

2. Keadaan fisik alat (*Physical Availability*)

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

PA = *Physical Availability*

W = Banyak pekerjaan peralatan

R = Waktu untuk memperbaiki

S = Jam tunggu

3. Penggunaan Ketersediaan

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- UA = *Use of Availability*
- W = Banyak kerja dari peralatan
- S = Jumlah waktu jam *standby*

4. Efisiensi kerja (*Effective Utilization*)

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- EU = *Effective Utilization*
- W = Jumlah pekerjaan alat
- R = Jam perbaikan
- S = Jam tunggu

Menurut Partanto Prodjosumarto (1996 : 183 "pemindahan tanah mekanis ITB") menyatakan bahwa pada hakikatnya material berada pada kondisi yang padat dimana memiliki konsolidasi secara bagus, yang mana sekedar terdapat sedikit dari komponen (ruang) yang kosong atau berisi udara pada celah partikel-partikelnya. Namun jika material tersebut dipindahkan dari posisi semula maka akan berlangsungnya pemuaiian volume (*swell*). Rumus yang dipakai dalam melakukan perhitungan *swell factor* dan *percent swell* berdasarkan (Partanto Prodjosumarto (1996 : 183)) sebagai berikut:

$$Swell\ factor = \left(\frac{V_{undisturbed}}{V_{loose}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

$$Percent\ swell = \left\{ \left(\frac{V_{loose}}{V_{undisturbed}} \right) - 1 \right\} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Nilai faktor pengisian mangkuk yang digantung pada jenis dari material yang diadakan penggalian. Berikut faktor *bucket excavator* yang ditampilkan pada Tabel 1:

Tabel 1 Faktor *Bucket* Alat Gali Muat

No	Jenis Pekerjaan	Kondisi Muatan	Faktor <i>Bucket</i>
1.	Ringan	Penggalian dan pembongkaran dari timbunan atau material kerokan <i>excavator</i> lainnya, tidak memerlukan tenaga penggalian dan bisa dibuang secara vertical pada bentuk <i>bucket</i> . Misal: pasir, tanah berpasir	1,1 – 0,8
2.	Sedang	Penggalian dari tumpukan tanah sulit untuk di gali dan di keruk tetapi dapat dimuati hampir seluruhnya (antara peres dan munjung penuh)	0,8 - 0,6
3.	Agak Sulit	Memuat dan menggali batu pecahan, tanah liat keras, pasir melalui campuran kerikil yang telah ditampung oleh <i>excavator</i> lain, sehingga menyulitkan pengisian ember dengan bahan material ini.	0,6-0,5
4.	Sulit	Batuannya besar, bentuknya tidak teratur, banyak lubang di antaranya.	0,5-0,4

Durasi pengedaran merupakan waktu yang peralatan mekanis perlukan untuk menyelesaikan satu siklus kerja, diawali akan awal pekerjaan sampai pada penyelesaian dan

persiapan untuk memulai ulang. Berikut persamaan untuk menghitung lama pengedaran peralatan bongkar muat dan peralatan angkut (Basuki & Nurhakim, 2004):

1. Waktu edar alat gali muat

$$CT_m = Dgt + SLT + Dpt + SET \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

- Dgt = Lama waktu menggali
- SLT = Durasi fluktuasi beban
- DpT = Durasi material hilang
- SET = Durasi fluktuasi tanpa beban

2. Waktu edar alat angkut

$$CT_a = LT + HLT + SDT + DT + RT + SLT \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- LT = Waktu pembuangan material
- HLT = Waktu keberangkatan bongkar muat
- SDT = Waktu manuver sebelum melakukan penumpahan
- DT = Waktu pembuangan material
- RT = Waktu pengembalian bongkar
- SLT = Waktu manuver sebelum dimuati

Menurut Indonesianto Yanto (2013 “pemindahan tanah mekanis CV. Awan Putih), keproduktifan peralatan gali muat bisa dilakukan perhitungan melalui penggunaan persamaan berikut:

$$Q = \frac{Kb \times Ff \times Sf \times Eff \times 3600}{CT_m} \times \text{density tembaga} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

- Q = Keproduktifan peralatan muat, ton/jam
- Kb = Daya tampung *bucket specs* alat
- Ff = *Fill factor*
- Sf = *Swell factor*
- Eff = Efisiensi kerja alat

Sedangkan untuk mengetahui produktivitas alat angkut berikut:

$$Q = \frac{n \times Kb \times Ff \times Sf \times Eff \times 3600}{CT_a} \times \text{density tembaga} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

- Q = Keproduktifan peralatan angkut, ton/jam
- n = Frekuensi dalam mengisi *truck*
- Kb = Daya tampung bak
- Ff = *Fill factor*
- Sf = *Swell factor*
- Eff = Efisiensi kerja alat
- Ct = Lama pengedaran peralatan angkut/*dump truck*, menit

Metode simpleks yakni cara yang dipakai dalam menuntaskan semua permasalahan pada suatu program linier dengan kombinasi variabel yang mencakup atas tiga variabel atau lebih (Adinda dan Dedi Yulhendra: 2020; M. Sahrudin, Rudi Anarta, Adree Octova dan Admizal Nazki: 2022). Metode simpleks dipakai pada penyelesaian permasalahan pengoptimalan yang mencakup atas tiga variabel maupun seterusnya yang tidak bisa dituntaskan melalui metode

grafik. Metode simpleks ialah cara lanjutan dari metode grafik. Pemrograman linier dipakai dalam meraih keputusan maksimal dalam pengalokasian optimal kapasitas yang sulit dijumpai dalam bentuk ruang, bahan yang dipakai, daya mesin, kualitas dan waktu, ruang dan teknologi. Tujuan utama dari program linier yakni melakukan pencarian nilai optimal maksimum atau minimum melalui fungsi tujuan yang ditetapkan.

HASIL PENELITIAN

Data jam kerja tersedia, waktu kerja efektif, waktu *breakdown* dan waktu *standby*

- Data jam kerja tersedia, waktu kerja efektif, waktu *breakdown* dan waktu *standby* alat gali muat

Berikut data jam kerja tersedia, waktu kerja efektif, waktu *breakdown* dan waktu *standby* dari alat gali muat pada PT Madina Mining yang diperoleh penulis selama melakukan pengamatan dilapangan sebagai berikut:

Tabel 2 Data Jam Pekerjaan yang Efektif dari Peralatan Gali Muat

Alat	Durasi yang Tersedia (T) (Jam/bulan)	Durasi Pekerjaan Efektif (W) (Jam/bulan)	Durasi <i>Breakdown</i> (R) (Jam/bulan)	Durasi <i>Standby</i> (S) (Jam/bulan)
<i>Excavator Caterpillar 320D</i>	595 jam/bulan	390,93 jam/bulan	30 jam/bulan	174,07 jam/bulan

- Data jam pekerjaan yang ada, waktu pekerjaan yang efektif, waktu *breakdown* dan waktu *standby* alat angkut

Berikut data jam kerja tersedia, waktu pekerjaan yang efektif, waktu *breakdown* dan waktu *standby* dari alat angkut pada PT Madina Mining yang diraih sepanjang melaksanakan pengamatan lapangan seperti berikut:

Tabel 3 Data Jam Pekerjaan yang Efektif dari Peralatan Angkut

Alat	Durasi yang Tersedia (T) (Jam/bulan)	Durasi Pekerjaan Efektif (W) (Jam/bulan)	Durasi <i>Breakdown</i> (R) (Jam/bulan)	Waktu <i>Standby</i> (S) (Jam/bulan)
<i>Articulated DT Caterpillar 745C (ADT-01)</i>	595 jam/bulan	382,92 jam/bulan	33 jam/bulan	179,08 jam/bulan
<i>Articulated DT Caterpillar 745C (ADT-02)</i>	595 jam/bulan	388,65 jam/bulan	31 jam/bulan	175,35 jam/bulan
<i>Articulated DT Caterpillar 745C (ADT-03)</i>	595 jam/bulan	379,25 jam/bulan	42 jam/bulan	173,75 jam/bulan
<i>Articulated DT Caterpillar 745C (ADT-04)</i>	595 jam/bulan	390 jam/bulan	30 jam/bulan	175 jam/bulan



<i>Articulated DT Caterpillar 745C (ADT-05)</i>	595 jam/bulan	369,88 jam/bulan	53 jam/bulan	172,12 jam/bulan
---	---------------	------------------	--------------	------------------

Berikut hasil perhitungan faktor peralatan dari alat gali muat:

Tabel 4 Keefektifan Peralatan Gali Muat

Alat	MA	PA	UA	EU
<i>Excavator Caterpillar 320D</i>	93%	94%	80%	91%

Berikut hasil perhitungan faktor peralatan dari alat angkut:

Tabel 5 Keefektifan Peralatan Angkut

Alat	MA	PA	UA	EU
<i>Articulated DT Caterpillar 745C</i>	92%	94%	74%	88%

Perhitungan Produksi

- Perhitungan produksi alat gali muat

Berikut data-data dalam perhitungan produksi alat gali muat yang diperoleh dilapangan:

Kapasitas <i>bucket</i>	= 1,19 ton/m ³
<i>Fill factor bucket</i>	= 0,8
<i>Swell factor</i>	= 0,74
Efisiensi	= 91%
Waktu edar	= 16,21 detik
<i>Density</i> tembaga	= 1,72 ton/m ³
<i>Available work hours</i>	= $\frac{\text{Waktu tersedia}}{\text{Jumlah hari kerja dalam 1 bulan}}$
	= $\frac{595 \text{ jam/bulan}}{30 \text{ hari}}$
	= 19,83

$$Q = \frac{Kb \times Ff \times Sf \times Eff \times 3600}{Ctm} \times \text{density tembaga}$$

$$= \frac{71,19 \times 0,8 \times 0,74 \times 0,66 \times 3600}{16,21 \text{ detik}} \times 1,72$$

$$Q = 244,88 \text{ ton/jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan produksi diatas, dapat diketahui produksi peralatan penggalian muat dengan nilai 244,88 ton/jam.

- Perhitungan produksi alat angkut

Berikut diketahui data-data proyek penambangan tembaga dibawah ini:

Target produksi	= 100.521 ton/bulan
Jarak angkut	= 1.200 meter
Kapasitas <i>vessel truck</i>	= 7,04
Effisiensi	= 88%
<i>Density</i> tembaga	= 1,72

$$\begin{aligned} \text{Cycle time alat angkut} &= 13,15 \text{ menit} \\ Q &= \frac{Kt \times \text{Eff} \times 60}{Ct} \times \text{density tembaga} \\ &= \frac{7,04 \times 0,88 \times 60}{13,15} \times 1,72 \end{aligned}$$

$$Q = 48,62 \text{ ton/jam}$$

Dari hasil perhitungan produksi diatas, dapat diketahui produksi dari alat angkut sebesar 48,62 ton/jam.

Berdasarkan data-data tersebut, maka dalam menentukan tingkat efisien produksi agar pencapaian produksi terpenuhi dengan menekan biaya produksi secara efisien dengan menghitung kebutuhan alat (*match fleet*) dengan menggunakan metode simpleks.

- *Problem solving*

$$\text{Target produksi} = 100.521 \text{ ton/bulan}$$

Maka:

Target yang harus dicapai:

$$\begin{aligned} \text{Daily target} &= \frac{\text{Target produksi}}{\text{Hari kerja efektif}} \\ &= \frac{100.521 \text{ ton/bulan}}{30 \text{ hari}} \\ &= 3.350,7 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hourly target} &= \frac{\text{Daily target}}{\text{Available work hours}} \\ &= \frac{3.350,7 \text{ ton/hari}}{19,83 \text{ hours}} \\ &= 168,97 \text{ ton/hours} \end{aligned}$$

Untuk mencapai produksi sesuai target yang ditentukan maka alat yang dibutuhkan dalam 1 *fleet* adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Hourly target ton/hours}}{\text{Ton/dt}} \\ &= \frac{168,97}{35,36} \\ &= 4,778 \end{aligned}$$

Sehingga jumlah *dump truck* yang dibutuhkan dalam 1 *fleet* dengan jarak angkut 1.200 meter adalah 4,778.

- *Problem solving* dengan menggunakan *software POM*

$$X1 = 48,62 \text{ (Produksi DT)}$$

$$X2 = 0$$

$$X3 = 244,88 \text{ (Produksi Alat Gali Muat)}$$

Maka, Fungsi X:

$$1X1 + 1X2 \leq 244,48$$

$$48,62 + 0 \leq 244,48$$

Fungsi yang dimasukkan ke dalam *software POM* dengan perhitungan program linier pada metode simpleks minimisasi adalah $48,62 + 0 \leq 244,48$. Berikut hasil dari iterasi 1:



Cj	Basic Variables	1 X1	1 X2	0 artfcl 1	0 surplus 1	0 artfcl 2	0 surplus 2	Quantity
Phase 1 - Iteration 1								
1	artfcl 1	48,62	0	1	-1	0	0	244,48
1	artfcl 2	0	48,62	0	0	1	-1	244,48
	zj	-48,62	-48,62	1	1	1	1	488,96
	cj-zj	48,62	48,62	0	-1	0	-1	

Gambar 1 Iterasi 1

Berikut hasil dari iterasi 2:

Iteration 2								
0	X1	1	0	0,0206	-0,0206	0	0	5,0284
1	artfcl 2	0	48,62	0	0	1	-1	244,48
	zj	0	-48,62	2	0	1	1	244,48
	cj-zj	0	48,62	-1,0	0	0	-1	

Gambar 2 Iterasi 2

Berikut hasil dari iterasi 3:

Iteration 3								
0	X1	1	0	0,0206	-0,0206	0	0	5,0284
0	X2	0	1	0	0	0,0206	-0,0206	5,0284
	zj	0	0	2	0	2	0	0
	cj-zj	0	0	-1,0	0	-1,0	0	

Gambar 3 Iterasi 3

Berikut hasil dari iterasi 4:

Phase 2								
1	X1	1	0	0,0206	-0,0206	0	0	5,0284
1	X2	0	1	0	0	0,0206	-0,0206	5,0284
	zj	1	1	-,0206	,0206	-,0206	,0206	10,0568
	cj-zj	0	0	0,0206	-0,0206	0,0206	-0,0206	

Gambar 4 Iterasi 4

KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan dengan *software* POM dilakukan 3 kali iterasi dan diperoleh hasil 5,0284. Jika dibandingkan dengan perhitungan manual, nilai yang diperoleh sebesar 4,778. Sehingga alat yang dibutuhkan dalam 1 *fleet* adalah 5 unit *dump truck* agar produksi tercapai.

PUSTAKA

- Adinda., Yulhendra, O. 2020. *Studi Optimasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Menggunakan Metode Linear Programming pada Perolehan Produksi Overburden PT Surya Global Makmur Jobsite Pemusiran, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Anonim, *Data-data laporan dan Arsip* PT. Madina Mining.
- Basuki, S., & Nurhakim, N. (2004). Modul Ajar dan Praktikum Pemandahan Tanah Mekanis. *Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru*. Hal, 19-20.

- Hardi, R., Octova, A. 2020. *Analisis Produksi dan Biaya Pengupasan Overburden Menggunakan Metode Simpleks di PT. Allied Indo Coal Jaya, Parambahan, Sawahlunto, Sumatera Barat*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Herlita, Padeni. 2018. *Analisis Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Penambangan Soil di Area 242 dengan Penerapan Metode Antrian Untuk Memenuhi Target Produksi Clay 3000 ton/hari*. Padang: Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
- Ilahi, R, Dkk. 2014. *Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali-muat Excavator Dan Alat Angkut Dump Truck Pada Pengupasan Tanah Penutup Bulan September 2013 Di Pit 3 Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Upte*. Jurnal Ilmu Teknik, 2(3). <http://jit.unsri.ac.id/index.php/jit/article/viewFile/75/49>. Diakses 9 November 2018, 19.40 Wib
- M, Sahrudin., Anarta, R., Octova, A., Nazki, A. 2022. *Optimalisasi Biaya Produksi Menggunakan Linier Programming dalam Rangka Pengupasan Overburden di KUD Sinamar Sakato, Sinamar, Kabupaten Dhamasraya, Provinsi Sumatera Barat*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Munthoha, Riezki Andaru. 2011. *Optimalisasi Produksi Peralatan Mekanis Sebagai Upaya Pencapaian Sasaran Produksi Pengupasan Lapisan Tanah Penutup di PT. Putera Baramitra Batulicin, Kalimantan Selatan*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional.
- Prodjosumarto, Partanto. 1996. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Rizki Khoiriah Nasution. 2019. *Dokumentasi kegiatan dilapangan (Proyek Akhir)*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Rochmanhadi, 1982. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.