

# ESTIMASI BIAYA PENGANGKUTAN ORE DARI PIT KE TONGKANG DI PT XYZ KECAMATAN MOLAWA KABUPATEN KONAWE UTARA

Mubdiana Arifin<sup>1\*</sup>, Nur Asmiani<sup>1</sup>, Muh. Fathurrahman Rajiman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia,  
Makassar, Indonesia

Email: [mubdiana.arifin@umi.ac.id](mailto:mubdiana.arifin@umi.ac.id)

## ABSTRACT

PT Energi Hijau Jaya has a payment system based on the production costs of their equipment. When estimating these costs, there are several factors that can play a role, and one of them is the cost of transporting the ore that PT Energi Hijau Jaya carries out. However, the exact cost of transporting the ore from the pit to the barge is still unknown. The goal of this research is to figure out how to calculate the production capacity of the digging and transportation equipment used in the process of moving the ore from the pit to the barge, and to estimate the total cost of this ore transportation. The research method involves calculating the production capabilities, ownership costs, operational costs, and indirect costs using a predetermined formula. The data shows that the production capability of the transportation equipment is 174,884 Bcm/hour and the production capability of the loading digging equipment is 527.67 Bcm/hour. The cost of transporting the ore from the pit to the barge takes into account 3 related parameters: ownership costs, operational costs, and indirect costs. These indirect costs include things like the rental of loading and transport equipment, diesel usage, number of routes, total hours per month, labor, and supporting facilities. Based on these parameters, the total Barging Cost comes out to IDR 1,348,861..

**Keywords:** Cost; Estimation; Production; Transportation.

## ABSTRAK

PT Energi Hijau Jaya menggunakan skema pembayaran berdasarkan biaya produksi alat. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi biaya, salah satunya adalah biaya pengangkutan ore yang belum diketahui jumlahnya. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kemampuan produksi alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengangkutan ore dari pit ke tongkang, serta memperkirakan total biaya pengangkutan. Metode yang digunakan adalah menghitung kemampuan produksi, biaya kepemilikan, biaya operasional, dan biaya tak langsung menggunakan rumus yang telah ditentukan. Berdasarkan data, kemampuan produksi alat angkut adalah 174,884 Bcm/jam, dan alat gali muat adalah 527,67 Bcm/jam. Biaya pengangkutan ore dari pit ke tongkang dihitung menggunakan 3 parameter terkait barging: tarif kepemilikan, tarif operasional, dan biaya tak langsung (sewa alat, bahan bakar, jumlah ritase, jam kerja, tenaga kerja, dan fasilitas). Dari parameter tersebut, diperoleh biaya pengangkutan sebesar IDR. 21.514.336.943.

**Kata Kunci:** Biaya; Estimasi; Produksi; Pengangkutan.

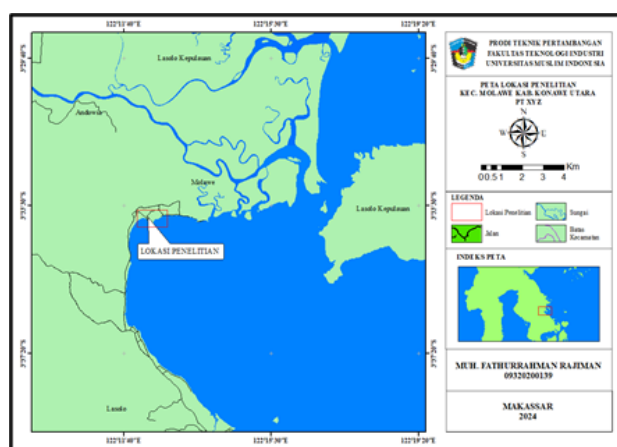
## 1. PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan nikel di PT XYZ berada di daerah Puusuli dipercaya oleh pihak kontraktor PT Energi Hijau Jaya yang melakukan penambangan dengan menggunakan metode *open cast mining*. PT Energi Hijau Jaya menggunakan skema pembayaran berdasarkan biaya produksi alat. Dalam mengestimasi biaya pengangkutan ore yang dilakukan oleh PT Energi Hijau Jaya yang belum diketahui berapa besaran biaya yang dikeluarkan pada saat melakukan pengangkutan ore dari pit ke tongkang merupakan faktor yang mempengaruhi estimasi biaya. estimasi besaran biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan selama kegiatan pengangkutan ore berlangsung dengan mempertimbangkan beberapa parameter yang mempengaruhi biaya

pengangkutan ore seperti jumlah alat gali muat dan alat angkut yang digunakan, penggunaan solar, jumlah ritase, Upah tenaga kerja dan fasilitas pendukung yang menunjang kegiatan pengangkutan ore agar dapat berjalan dengan lancar merupakan latar belakang dalam penelitian ini. Estimasi biaya pengangkutan ore dari pit ke tongkang dilakukan untuk mengetahui jumlah biaya yang harus digunakan untuk melakukan pengangkutan ore tersebut merupakan tujuan dari penelitian ini.

## 2. METODE PENELITIAN

Secara geografis terletak pada 3°32'42,69"S dan 122°12'38,05"E. Lokasi penelitian dapat ditempuh dari Makassar menuju Konawe Utara melalui transportasi mobil selama ± 21 jam. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian

Data-data penelitian berupa jam kerja, penggunaan solar dan ritase akan diolah dengan perhitungan kemampuan produksi alat, biaya sewa alat, penggunaan bahan bakar, Upah operator, dan biaya tak terduga (indirect cost), kemampuan produksi alat muat dan alat angkut dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut

$$Q_a = N_a \times \left(\frac{60}{C_{Ta}}\right) \times C_b \times F_f \times S_f \times E \dots\dots\dots(1)$$

$$Q_m = C_b \times F_f \times S_f \left(\frac{60}{C_{Tm}}\right) \times E \dots\dots\dots(2)$$

Rumus menghitung tarif sewa alat mekanis

$$\text{Biaya sewa} = \text{Jumlah unit} \times \text{Harga sewa unit} \dots\dots\dots(3)$$

Rumus menghitung tarif bahan bakar

$$\text{Tarif bahan bakar} = \text{penggunaan perjam (L)} \times \text{Harga perliter (IDR)} \dots\dots\dots(4)$$

Rumus menghitung biaya tak langsung

$$BTL = (15\%-25\%) \times BL \dots\dots\dots(5)$$

### 3. HASIL PENELITIAN

#### a. Waktu jam kerja

Adapun hasil dari waktu jam kerja PT Energi Hijau Jaya pada shift 1 dapat dilihat pada tabel

1.

**Tabel 1.** Jadwal jam kerja

| Hari   | Jam Kerja ( <i>Shift 1</i> ) |                        |                      | Total waktu kerja (Jam) |
|--------|------------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
|        | Waktu Mulai (Jam)            | Waktu ( Jam) Istirahat | Waktu Berakhir (Jam) |                         |
| Senin  | 08:00                        | 12:00-13:00            | 17:00                | 9                       |
| Selasa | 08:00                        | 12:00-13:00            | 17:00                | 9                       |
| Rabu   | 08:00                        | 12:00-13:00            | 17:00                | 9                       |
| Kamis  | 08:00                        | 12:00-13:00            | 17:00                | 9                       |
| Jumat  | 08:00                        | 11:00-13:00            | 17:00                | 9                       |
| Sabtu  | 08:00                        | 12:00-13:00            | 17:00                | 9                       |
| Minggu | 08.00                        | 12.00-13.00            | 17.00                | 9                       |

Pengambilan data waktu kerja alat gali muat dan alat angkut dilakukan selama 31 hari yaitu di bulan Mei. Namun pengambilan data hanya dilakukan selama 28 hari dikarenakan 3 hari tidak bekerja karena hujan. Pengambilan data kerja alat terdiri dari waktu standby, waktu repair dan waktu kerja efektif. Total jam kerja yang di dapatkan dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

**Tabel 2.** Waktu kerja alat gali muat dan alat angkut

| Unit             | Total Waktu Efektif (Jam) | Total Waktu Standby (Jam) | Total Waktu Repair (Jam) | Total |
|------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------|
| <i>Excavator</i> | 156,09                    | 53,71                     | 15,20                    | 224   |
| Hino 500         | 153,78                    | 62,83                     | 8,39                     | 224   |

#### b. Waktu Hambatan

Berdasarkan pengamatan maka didapatkan waktu hambatan yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini (Tabel 3 dan Tabel 4).

**Tabel 3.** Waktu hambatan alat gali muat

| Kegiatan                           | Jam  |
|------------------------------------|------|
| <i>Safety Talk</i>                 | 4    |
| Pemindahan alat ( <i>Standby</i> ) | 4,2  |
| Hujan                              | 20   |
| P2H                                | 6,5  |
| Terlambat Kerja setelah Istirahat  | 4,3  |
| Berhenti kerja sebelum istirahat   | 3,05 |

|                                                     |              |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| Berhenti Bekerja lebih awal dari akhir <i>shift</i> | 5,2          |
| Terlambat bekerja diawal <i>shift</i>               | 2,16         |
| Kebutuhan operator                                  | 4,3          |
| <b>Jumlah</b>                                       | <b>53,71</b> |

**Tabel 4.** Waktu hambatan alat angkut

| Kegiatan                                            | Waktu        |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| <i>Safety Talk</i>                                  | 4            |
| Pemindahan alat ( <i>Standby</i> )                  | 5            |
| Hujan                                               | 20           |
| P2H                                                 | 6,5          |
| Terlambat Kerja setelah Istirahat                   | 4,33         |
| Berhenti kerja sebelum istirahat                    | 6,5          |
| Berhenti Bekerja lebih awal dari akhir <i>shift</i> | 6,5          |
| Terlambat bekerja diawal <i>shift</i>               | 5            |
| Kebutuhan operator                                  | 5            |
| <b>Jumlah</b>                                       | <b>62,83</b> |

**c. Hasil data *cycle time* alat gali muat (*excavator*) dan *cycle time* alat angkut (*dump truck*)**

Adapun data *cycle time* alat mekanis dapat dilihat pada tabel di bawah ini (Tabel 5 dan Tabel 6).

**Tabel 5.** *Cycle time dump truck*

| Keterangan  | Manufer (Detik) | Loading (Detik) | Hauling Isi (Detik) | Manufer (Detik) | Dumping (Detik) | Hauling Kosong |
|-------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Rata-rata   | 39,0            | 83,7            | 3215,1              | 161,7           | 78,1            | 2565,5         |
| Total Detik |                 |                 | 3620                |                 |                 |                |
| Total Menit |                 |                 | 60                  |                 |                 |                |

data yang diambil dilapangan rata-rata *cycle time*nya adalah waktu manufer sebesar 39,0 detik, waktu loading sebesar 83,7 detik, waktu hauling isi sebesar 3215,1 detik, manufer sebesar 161,7 detik, waktu dumping sebesar 78,1 dan waktu hauling kosong sebesar 2565,5 detik sehingga *cycle time* alat angkut adalah sebesar 3620 detik.

$$\begin{aligned}
 CTa &= \frac{39,0 + 83,7 + 3215,1 + 161,7 + 78,1 + 2565,5}{60} \\
 &= \frac{3620}{60} \\
 &= 60 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

**Tabel 6.** *Cycle time excavator*

| Keterangan  | Digging (Detik) | Swing Isi (Detik) | Tuang (Detik) | Swing Kosong (Detik) |
|-------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------------|
| Rata-rata   | 5,5             | 10,9              | 4,9           | 7,3                  |
| Total Detik |                 |                   | 28,60         |                      |

Total Menit

0,48

Data yang diambil dilapangan rata-rata cycle timenya adalah waktu digging sebesar 5,5 detik, waktu swing isi sebesar 10,9 detik, waktu tuang sebesar 4,9 detik dan waktu swing kosong sebesar 7,3 detik, sehingga cycle time alat gali muat adalah sebesar 28,60 detik.

$$\begin{aligned}CTm &= \frac{5,5 + 10,9 + 4,9 + 7,3}{60} \\&= \frac{28,6}{60} \\&= 0,48 \text{ Menit}\end{aligned}$$

#### d. Kemampuan Produksi

Berdasarkan pengambilan data waktu kerja *excavator* dan *dump truck* yang meliputi waktu *standby* dan waktu *repair*, Maka dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan waktu kerja efektif /*working hours* dari alat gali muat dan alat angkut.

##### 1. Perhitungan waktu kerja *excavator* dan alat angkut

Diketahui:

$$\begin{aligned}\text{Waktu kerja tersedia (Wt): } &(224 \text{ jam} \times 60) \\&= 13.440 \text{ menit}\end{aligned}$$

Waktu hambatan alat gali muat *excavator*

$$\begin{aligned}(\text{S}) &53,71 \text{ jam} \times 60 \\&= 4.129,8 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(\text{R}) &15,20 \text{ jam} \times 60 \\&= 912 \text{ menit}\end{aligned}$$

Waktu hambatan alat angkut *dump truck*

$$\begin{aligned}(\text{S}) &62,83 \text{ jam} \times 60 \\&= 3.769,8 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(\text{R}) &8,39 \text{ jam} \times 60 \\&= 503,4 \text{ menit}\end{aligned}$$

Untuk mendapatkan efisiensi kerja *Excavator Sumitomo SH 350 LHD* dan waktu efektif dapat di hitung :

$$\begin{aligned}We &= Wt - (S + R) \\&= 13.440 - (3.769,8 + 912) \\&= 13.440 - 4.681,8 \\&= 8.758,2 \text{ menit} / 60 = 145,97 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$EK = \left( \frac{We}{Wt} \right) \times 100\%$$

$$EK = \left( \frac{8.758,2}{13.440} \right) \times 100\%$$

$$EK = 65 \%$$

Untuk mendapatkan waktu kerja efektif dan efisiensi kerja *dump truck* dapat dihitung:

$$\begin{aligned}W_e &= W_t - (S + R) \\&= 13.440 - (3.769,8 + 503,4) \\&= 13.440 - 4.273,2 \\&= 9.166,8 \text{ menit}/60 = 152,78 \text{ jam} \\E_K &= \left( \frac{W_e}{W_t} \right) \times 100\% \\E_K &= \left( \frac{9.2166,8}{13.500} \right) \times 100\% \\E_K &= 68 \%\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, di dapatkan waktu kerja efektif /*working hours* alat gali muat sebesar 145,97jam dan alat angkut sebesar 153,78 jam.

Kemampuan produksi alat angku dan alat gali muat dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

2. Kemampuan produksi alat gali muat

$Q_m = \text{Produksi/jam alat gali muat (Bcm/jam)}$

$$C_b = 1,8 \text{ m}^3$$

$$F_f = 110 \%$$

$$S_f = 82 \%$$

$$E \text{ alat gali muat} = 69 \%$$

$$C_{tm} = 0,48 \text{ menit}$$

$$Q_m = \text{Kapasitas Bucket} \times F_f \times S_f \left( \frac{60}{C_{tm}} \right) \times E$$

$$Q_m = 1,8 \times 1,1 \times 0,82 \times \left( \frac{60}{0,48} \right) \times 0,65$$

$$Q_m = 131,91 \text{ Bcm/jam}$$

Jadi, kemampuan produksi alat gali muat adalah  $131,91 \text{ Bcm/jam} \times 4 \text{ unit} = 527,67 \text{ Bcm/jam}$

3. Kemampuan produksi *dump truck* (Alat Angkut)

$Q_a = \text{Produksi/jam alat angkut (Bcm/jam)}$

$$C_b = 1,8 \text{ m}^3$$

$$F_f = 110 \%$$

$$S_f = 82 \%$$

$$E \text{ alat angkut} = 68 \%$$

$$C_{tm} = 60 \text{ menit}$$

$$N_a = 3,5$$

$$Q_a = N_a \times \left( \frac{60}{C_{ta}} \right) \times C_b \times F_f \times S_f \times E$$

$$Q_a = 3,5 \times \left( \frac{60}{60} \right) \times 1,8 \times 1,1 \times 0,82 \times 0,68$$

$$Q_a = 3,864 \text{ Bcm/jam}$$

Jadi, kemampuan produksi alat angkut adalah  $3,864 \text{ ton/jam} \times 45 \text{ unit} = 174,884 \text{ Bcm /jam}$

#### e. Estimasi Biaya Kepemilikan

##### 1. Pemakaian Bahan Bakar

Pemakaian bahan bakar dalam kegiatan pengangkutan ore dari pit ke tongkang, pemakaian bahan bakar dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8.** Pemakaian bahan bakar

| Alat         | Konsumsi Bahan Bakar L/Jam | Harga/L    | Biaya Bahan Bakar/Jam | Biaya Bahan Bakar/Bulan |
|--------------|----------------------------|------------|-----------------------|-------------------------|
| Hino 500     | 20                         | IDR 13.000 | IDR 2.080.000         | IDR 18.345.600.000      |
| Excavator    | 25,52                      |            | IDR 331.760           | IDR 260.099.840         |
| <b>TOTAL</b> |                            |            |                       | IDR 18.605.699.840      |

##### 2. Upah operator dump truck

Upah operator dump truck yang dibayarkan sesuai dengan jumlah ritase dengan total ritase 3331 selama 1 bulan dan dibayar sebesar IDR. 20.000/ritase, upah operator dump truck dapat dilihat pada tabel 9.

**Tabel 9.** Upah operator *dump truck*

| Jumlah Ritase | Upah/Ritase | Total          |
|---------------|-------------|----------------|
| 3331          | IDR 20.000  | IDR 66.620.000 |

##### 3. Upah operator excavator

Upah operator excavator yang dibayarkan sesuai dengan jumlah total jam bekerja yaitu 224 jam selama 1 bulan dan dibayar sebesar IDR. 25.000/jam, upah operator excavator dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 10.** Upah operator *excavator*

| Jumlah Jam | Upah/Jam   | TOTAL          |
|------------|------------|----------------|
| 224        | IDR 25.000 | IDR 22.400.000 |

##### 4. Upah basic tenaga kerja

Upah basic tenaga kerja adalah jumlah uang yang harus dan dibayarkan dalam per bulan dapat dilihat pada tabel 11.

**Tabel 11.** Upah *basic* tenaga kerja

| No           | Posisi                     | Jumlah | Upah             | Total Biaya        |
|--------------|----------------------------|--------|------------------|--------------------|
| 1            | Cheker                     | 2      | IDR<br>4.000.000 | IDR<br>8.000.000   |
| 2            | Foreman                    | 3      | IDR<br>6.000.000 | IDR<br>18.000.000  |
| 3            | Operator <i>Excavator</i>  | 4      | IDR<br>3.800.000 | IDR<br>15.200.000  |
| 4            | Operator <i>Dump Truck</i> | 45     | IDR<br>3.800.000 | IDR<br>171.000.000 |
| <b>Total</b> |                            |        |                  | IDR<br>212.200.000 |

#### f. Fasilitas Pendukung

Fasilitas pendukung adalah sarana yang melengkapi fasilitas utama dan berguna untuk kelancaran kegiatan pengangkutan ore dari pit ke tongkang (Tabel 12).

**Tabel 12.** Fasilitas pendukung

| No           | Keterangan       | Jumlah | Satuan | Biaya         | Total Biaya    |
|--------------|------------------|--------|--------|---------------|----------------|
| 1            | Mess             | 2      | Unit   | IDR 3.750.000 | IDR 7.500.000  |
| 2            | Pos Jaga         | 1      | Unit   | IDR 500.000   | IDR 500.000    |
| 3            | <i>Ramp Door</i> | 5      | Unit   | IDR 1.700.000 | IDR 8.500.000  |
| 4            | <i>Catering</i>  | 55     | Orang  | IDR 2.887.500 | IDR 80.850.000 |
| <b>Total</b> |                  |        |        |               | IDR 97.350.000 |

#### g. Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tak langsung adalah biaya tambahan yang harus dikeluarkan oleh perusahaan yang ditetapkan oleh manajemen perusahaan sebesar 10 % dari total pemasukan perusahaan. Biaya tak langsung merupakan 10 % pemasukan perusahaan yang berasal dari penjualan ore (Tabel 13).

**Tabel 13.** Biaya tak langsung

| No       | Nama Tongkang  | Kapasitas<br>(Ton) | Harga Jual Ore/Ton |         | Hasil Penjualan       |
|----------|----------------|--------------------|--------------------|---------|-----------------------|
| 1        | FINACIA 77     | 10.505,83          | IDR                | 671.028 | IDR<br>7.049.706.764  |
| 2        | MARCOPOLO 3328 | 10.701,72          |                    |         | IDR<br>7.181.155.781  |
| 3        | DBS            | 8.502,99           |                    |         | IDR<br>5.705.743.032  |
| 4        | FINACIA 77     | 10.512,52          |                    |         | IDR<br>7.054.191.915  |
| 5        | MARCOPOLO 3328 | 10.708,42          |                    |         | IDR<br>7.185.650.998  |
| TOTAL    |                |                    |                    |         | IDR<br>34.176.448.490 |
| 10 % BTL |                |                    |                    |         | IDR 3.417.644.849     |

#### h. Total Cost Barging

Parameter yang digunakan untuk mengestimasi biaya pengangkutan ore dari pit ke tongkang adalah tarif sewa alat angkut (*dump truck*) dan alat gali muat (*excavator*), pemakaian bahan bakar, upah operator *dump truck*, upah operator *excavator*, upah basic tenaga kerja, fasilitas pendukung dan biaya tak langsung, total cost barging (Tabel 14).

**Tabel 14.** Total cost barging

| No           | Keterangan                      | Jumlah |                |
|--------------|---------------------------------|--------|----------------|
| 1            | Alat Angkut & Alat Gali Muat    | IDR    | 2.510.000.000  |
| 2            | Pemakaian Bahan Bakar           | IDR    | 18.605.699.840 |
| 3            | Upah Operator <i>Dump Truck</i> | IDR    | 66.620.000     |
| 4            | Upah Operator <i>Excavator</i>  | IDR    | 22.400.000     |
| 5            | Upah <i>Basic</i> Tenaga Kerja  | IDR    | 212.200.000    |
| 6            | Fasilitas Pendukung             | IDR    | 97.350.000     |
| 7            | Biaya Tak Langsung              | IDR    | 3.417.644.849  |
| <b>TOTAL</b> |                                 | IDR    | 24.931.914.689 |

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis data dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Produksi alat angkut (*dump truck*) dan alat gali muat (*excavator*) berdasarkan data yang diperoleh, kemampuan produksi alat angkut adalah 174,884 Bcm/jam dan kemampuan produksi alat gali muat adalah 527,67 Bcm/jam.
- (Cost Barging) biaya pengangkutan ore dari pit ke tongkang dengan menggunakan 3 parameter yang berhubungan dengan barging yaitu Biaya kepemilikan, biaya operasional

dan biaya tak langsung yang terdiri dari sewa alat muat dan alat angkut yang digunakan, pemakaian solar/jam dalam perbulan, jumlah ritase dan total jam dalam 1 bulan, tenaga kerja dan fasilitas pendukung. Dari parameter tersebut didapatkanlah Cost Barging senilai IDR. 24.931.914.689

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Anaperta, Yoszi Mingsi. Evaluasi Keserasian (Match Factor) Alat Gali Muat dan Alat Angkut dengan meode control chart (Peta Kendali) pada aktivitas penambangan di PT XYZ PIT Y. Vol.9, No. 1 April 2016. *Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan*.
- Awang Suwandi, Ir.MSc, 2001, “*Optimalisasi Produksi Alat Berat*”, Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Bandung.
- Boldt, J.R., 1967. *The Winning of Nickel Its Geology, Mining, and Extractive Metallurgy*, Toronto.
- Cahit, H., Selahattin, K., Necip G, Tolga Q, Ibrahim G, Hasan S, Osman P., 2017. Mineralogy and genesis of the lateritic regolith related Ni-Co deposit of the Çaldağ area (Manisa, western Anatolia), Turkey. *Canadian Journal of Earth Science*.
- Hasanuddin, D., Karim dan Djajulit, A., 1999, *Pemantauan Teknologi Penambangan Bijih*, Dir. P.U. PPTM, Bandung..
- Hasria, Anshari, E., Muliddin., Restele, L.O, dan Zulkifli, L.O.M. 2019. Pengaruh Struktur Geologi terhadap Sebaran Kadar Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada Endapan Nikel Laterit Zona Saprolit PT Manunggal Sarana Surya Pratama, Kecamatan Lasolo Kepulauan, Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. *J. Riset dan pertambangan (J-Ristam)*.
- Horman, Junita R., Yulius G. Pangkung, and Katerina T. A. Tomatala. 2017. *Buku Penuntun Praktikum Pemindahan Tanah Mekanis*. Manokwari.
- Kusuma, A.R.I, Kamaruddin, H, Rosana, M.F, dan Yuningsih. F.T., 2019. Geokimia Endapan Nikel Laterit di Tambang Utara, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral* Vol.20. No.2 Mei 2019 hal 85 –92.
- Lintjewas, L., 2012. *Model Geologi dan Desain Pit tambang Endapan Nikela Laterit Daerah Watudemba, Sulawesi Tenggara*. Thesis Fakultas Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada.
- Puryono dan Puryani. 2010. *Ekonomi Teknik*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Raivel dan Hasrianto. 2023. Model Endapan Nikel Laterit Daerah Molawe Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi. *Mining Science and Technology Journal*, Volume 2, Nomor 1: April 2023 Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara
- Rostiyanti, Susy Fatena. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Cetakan 1,. Jakarta: PT RINEKA.
- Sandeir, E & Prabowo, H. 2018. Evaluasi Kebutuhan dan Estimasi Biaya Alat Muat Kobelco 380 dan Hitachi 350 Dengan Alat Angkut Scania P360 dan Mercedes Actroz 4043 Pada Pengupasan Overburden PT Caritas Energi Indonesia Jobsite KBB, Sarolangun. *Jurnal Bina Tambang*, Vol.3, No. 3.
- Santoso, B., Wijatmoko, B., Supriyana, E., dan Harja, A., 2016, Penentuan Resistivitas Batubara Menggunakan Metode Electrical Resistivitas Tomography dan Vertical Electrical Sounding. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*., v. 6., no. 1 : 8 – 14.

- 
- Sufriadin, 2013. *Mineralogy, Geochemistry, And Leaching Behavior of the Soroako Nickeliferous Laterite Deposits, Sulawesi, Indonesia*. Disertasi Fakultas Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada.
- Sukandarrumidi. 2007. *Geologi Mineral Logam*. Yogyakarta: Penerbit Gadjah Mada University Press.
- Winarno, N. (2018). The effect of predict-observeexplain (POE) strategy on students' conceptual mastery and critical thinking in learning vibration and wave. *Journal of Science Learning*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.17509/jst.v2i1.12879>.