

Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Kegiatan Pemuatan Nikel Ore Dari *Stockyard* Ke Tongkang

Yanny¹, Rusmansyah², Tantri Nadia Lakollo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Muhammadiyah Maluku Utara
¹yanny.st@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan di PT. ANTAM Tbk UBPN Nikel Maluku Utara *site* Pulau Pakal dari *stockyard* sampai ke *jetty* dengan tujuan penelitian untuk menentukan produktivitas dari alat gali muat dan alat angkut dalam memenuhi target pengisian tongkang 10.500 ton. Metode penelitian yang digunakan berupa analisis kuantitatif. Berdasarkan pengolahan data lapangan pencapaian target alat gali muat dalam satu shift kerja 9 jam 45 menit adalah 5.211,80 ton dengan *cycle time* satu kali putaran bucket 14,195 detik. Hasil perhitungan produktivitas alat angkut *dump truck* Hino 500 dalam satu shift kerja adalah 6.705,15 ton dengan *cycle time* satu kali putaran *dump truck* adalah 908,31 detik. Pencapaian target produksi pemuatan tongkang Long Towing dengan tonase 10.500 mencapai target dengan lama pemuatan 3 shift waktu kerja. Oleh karena itu, perusahaan menuai keuntungan, sedangkan yang menjadi hambatan selama proses produksi berupa manajemen waktu. Karena target waktu pemuatan yang diberikan melebihi dari pada batas waktu pemuatan dengan waktu kerja yang sebenarnya cukup dicapai dalam 3 shift pemuatan tongkang dengan total kapasitas 10.500 ton.

Kata Kunci : alat gali muat, alat angkut, nikel ore, produktivitas

Abstract

The research was carried out at the UBPN Nikel Maluku North site of Pakal Island, from the warehouse to the jetty, with the aim of determining the productivity of the milling equipment and transportation equipment in meeting the target of the 10,500-ton filling barrel. The research method used is quantitative analysis. Based on field data processing, the target reach of the loading mill in a 9-hour, 45-minute work shift is 5,211,80 tons with a single cycle time of 14.195 seconds. The result of the calculation of the productivity of the Hino 500 truck dump truck in one work shift is 6,705.15 tons, with a one-time cycle of the truck's dump rotation of 908.31 seconds. Increased production targets for long barrel loading by 10,500 tons reached targets with long loading and 3 shifts of working time. Therefore, it is necessary to monitor the problems encountered during the production process. Because the target load time given exceeds the load time limit, the actual working time is enough to be achieved in 3 shifts of loading bars with a total capacity of 10,500 tons.

Keyword : Loading equipment, Hauling equipment, ore nickel, productivity

1. PENDAHULUAN

PT. Antam Tbk UBPN Nikel Maluku Utara merupakan salah satu perusahaan yang memiliki IUP di Kabupaten Halmahera Timur, Provinsi Maluku Utara. Pertambangan nikel pada dasarnya terkait erat dengan proses produksi dan distribusi ke konsumen ([1], [2]).

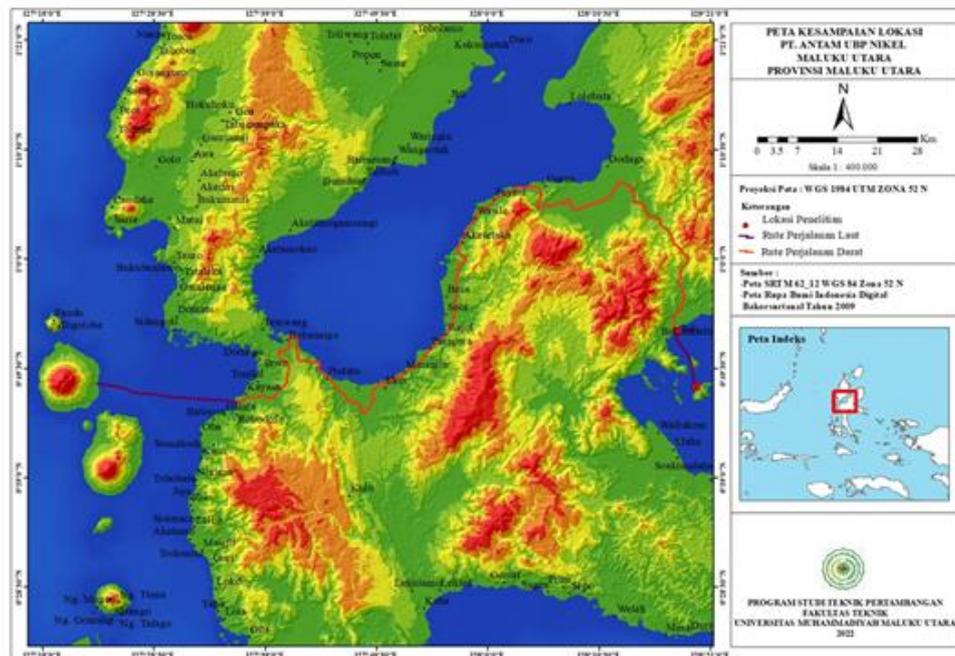
Dalam kegiatan penambangan di PT. Antam Tbk UBPN Nikel Maluku Utara *site* Pulau pakal terdiri dari aktivitas penggalian, pemuatan dan pengangkutan material nikel ore. Untuk kegiatan pemuatan, perusahaan menggunakan *excavator* tipe Doosan DX 300 lca sebanyak 4 unit, dengan pola yang digunakan dalam melakukan pemuatan adalah *Single Back Up Loading*, sedangkan pengangkutan ore dari eto ke *jetty* dengan menggunakan alat angkut DT Hino 500 sebanyak 15 unit.

Dua aspek penting dari produktivitas adalah efisiensi dan efektivitas[3]. Dimana dengan peningkatan produktivitas dapat mendukung tercapainya target perusahaan[4]. Efisiensi mengacu pada seberapa baik input yang berbeda digabungkan atau bagaimana pekerjaan dilakukan. Efisiensi juga berarti kemampuan untuk menghasilkan lebih dari jumlah minimum atau mencapai kuantitas tertentu dengan kualitas tinggi dalam waktu yang lebih singkat dengan biaya serendah mungkin. Sedangkan efektivitas mengacu pada kenyataan apakah hasil atau tingkat keluaran yang diharapkan dapat tercapai atau tidak[5]. Efisiensi dan efektivitas peralatan mekanis sangat menunjang keberlangsungan produksi untuk mencapai target produksi. Dalam produktivitas pemuatan *ore* nikel tongkang Long Towing memiliki target produksi sesuai dengan permintaan konsumen dengan rata-rata permintaan 10.500 ton per tongkang.

Berdasarkan latar belakang untuk mengetahui produktivitas pada perusahaan tersebut, maka perlu dilakukan analisis produktivitas alat muat dan alat angkut pada penambangan nikel *site* Pulau Pakal untuk mencapai target produksi.

Lokasi Penelitian dan Kesempaan Daerah

Penelitian dilaksanakan di Site Pulau Pakal PT ANTAM Tbk UBPN Nikel Maluku Utara. Lokasi Penelitian pemuatan dan pengangkutan material ore dilakukan dari *stockyard* sampai *jetty* dengan titik koordinat *jetty* site pulau pakal N 00°47'12,87" dan E 128°19'29,52". Secara geografis lokasi IUP terletak di antara 128°19'13" - 128°21'01" Bujur timur dan 00°46'18"- 00°48'14" Lintang Utara. Lokasi tersebut di tempuh melalui jalur laut yang dilanjutkan dengan jalur darat ataupun dapat ditmpuh melalui jalur udara (Ternate-Buli) (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Kesempaan Lokasi Penelitian

Pemuatan

Pemuatan (*loading*) adalah suatu aktivitas memuat material dari suatu tempat ke alat angkut yang selanjutnya diangkut ke tempat penampungan untuk proses lebih lanjut. Alat muat yang digunakan untuk kegiatan penambangan jenisnya sangat bermacam-macam karena disesuaikan dengan kebutuhannya, salah satu jenis alat mekanis yang digunakan untuk kegiatan pemuatan adalah *Excavator*[6].

Pengangkutan

Pengangkutan (*hauling*) merupakan suatu aktivitas untuk mengangkut material dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam proses pengangkutan biasanya terjadi antrian. Hal ini disebabkan oleh beberapa

faktor, salah satunya kondisi jalan yang belum memenuhi standar[7]. Alat angkut dalam industri pertambangan biasanya mengangkut material dengan jarak tempuh puluhan hingga ratusan meter[8]. Penggunaan alat angkut untuk pengangkutan material pada kegiatan penambangan disesuaikan dengan kebutuhannya. Penggunaan alat mekanis sebagai alat angkut material contohnya *Dump Truck* [9].

Waktu Edar (*cycle time*)

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus kegiatan produksi. Komponen waktu edar terdiri dari waktu edar alat gali muat dan alat angkut.

Untuk menghitung waktu edar alat gali muat dan alat angkut dapat menggunakan persamaan sebagai berikut[10]:

$$CT = T1 + T2 + T3 + T4.....(1)$$

Dimana :

CT_m = Waktu edar alat muat (menit)

T1 = Waktu menggali (menit)

T2 = Waktu mengayun muatan (menit)

T3 = Waktu menumpah (menit)

T4 = Waktu mengayun kosong (menit)

$$CT_a = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6.....(2)$$

CT_a = Waktu edar alat angkut (s)

T₁ = Mengambil posisi pemuatan (s)

T₂ = Pemuatan (s)

T₃ = Pengangkutan (s)

T₄ = Mengambil posisi menumpah (s)

T₅ = Menumpah (s)

T₆ = Kembali kosong (s)

Waktu Kerja Efektif dan Efisiensi Kerja

Efisiensi pekerjaan merupakan evaluasi terhadap pelaksanaan pekerjaan atau perbandingan antara waktu yang digunakan untuk pekerjaan tersebut dengan waktu yang tersedia[11]. Kendala yang sering terjadi dalam penggunaan waktu kerja dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu hambatan yang tidak dapat dihindari dan hambatan yang dapat dihindari[12].

$$W_{ke} = W_{kt} - W_{ht}.....(3)$$

$$E_k = \frac{W_{ke}}{W_{kt}} \times 100.....(4)$$

Dimana

E_k = Efisiensi Kerja (%)

W_{ke} = Waktu kerja efektif (menit)

W_{kt} = Waktu Kerja Tetap (menit)

W_{ht} = Waktu hambatan (menit)

Faktor Pengisian Mangkuk

Faktor pengisian adalah perbandingan antara kapasitas aktual alat dengan kapasitas standar alat dalam persentase (%). Faktor pengisian dapat dinyatakan dengan persamaan berikut

$$BFF = \frac{V_n}{V_t} \times 100 \%.....(5)$$

Dimana :

BFF = *Bucket fill factor* (%)

V_n = Kapasitas nyata alat (m³)

V_t = Kapasitas baku alat (m³)

Faktor Pengembangan (*swell factor*)



Faktor pengembangan adalah perkembangan volume bahan setelah penggalan. Di alam, zat tersebut berada dalam keadaan padat, sehingga hanya beberapa rongga di antara butiran yang terisi udara. Untuk menghitung *swell factor* dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$\%Swell = \left(\frac{\text{density in bank} - \text{loose density}}{\text{loose density}} \right) 100\% \dots \dots \dots (6)$$

$$Swell Factor = \frac{\text{loose density}}{\text{density in bank}} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Dalam menghitung produksi alat gali muat dan alat angkut perlu dihitung produktivitas setiap alat. Hal ini agar pengoperasian alat tersebut dapat mencapai produksi maksimum. Perhitungan produktivitas alat gali muat dan alat angkut dapat menggunakan persamaan berikut :

$$P = \frac{60}{Ctm} \times Cb \times Ff \times Sf \times E \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

- P = Kemampuan produksi alat gali muat (Bcm/jam)
- Cb = Kapasitas *bucket* (m³)
- Ff = Faktor pengisian (%)
- E = Efisiensi kerja (%)
- Ctm = *Cycle time* (menit)
- SF = *Swell factor* (%)
- $P = \frac{(Kb \times SF \times Fp) \times n \times Ek \times 60 \text{ menit/jam}}{CT} \dots \dots \dots (9)$

Dimana :

- P = Kemampuan produksi alat angkut (Bcm/jam)
- Kb = Kapasitas *bucket* (m³)
- Fp = Faktor pengisian (%)
- Ek = Efisiensi kerja (%)
- CT = *Cycle time* (menit)
- SF = *Swell factor* (%)
- n = Jumlah pengisian

Keserasian Kerja Alat Mekanis

Keserasian kerja adalah jenis lain dari penyesuaian kerja, dimana alat berbeda yang bekerja secara bersama-sama pada suatu sistem kerja. Untuk menghitung *downtime* alat angkut dan alat muat yang bekerja di tambang terbuka, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$MF = \frac{Na \times (Ctm \times n)}{Nm \times Cta} \dots \dots \dots (10)$$

Dimana :

- MF : *Match faktor*
- Na : Banyaknya alat angkut yang digunakan
- Nl : Banyaknya alat muat yang digunakan
- Ctm : *Cycle time* alat muat x rata-rata jumlah pengisian
- Cta : *Cycle time* alat angkut
- n : Banyak pemuatan

Bila hasil perhitungan didapat :

1. Pada keadaan MF = 1, artinya keadaan ini adalah kondisi ideal, dimana semua alat angkut dan alat muat sibuk beroperasi.
2. Pada keadaan MF < 1, artinya alat angkut sibuk sedangkan alat muat ada waktu menganggurnya.
3. Pada keadaan MF > 1, artinya alat muat selalu sibuk sedangkan alat angkut ada waktu menganggurnya.

2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif yaitu metode penelitian yang berusaha menggambarkan dan menginterpretasi objek sesuai dengan apa adanya. Data biasanya disajikan dalam bentuk grafik atau tabel dan bisa juga dalam bentuk angka seperti hasil perhitungan rata-rata atau standar deviasi.

Sumber Data Penelitian

Pertama data primer adalah proses pengamatan dan pengambilan data secara langsung di lapangan berupa data kondisi kerja (jarak angkut dari ETO ke tongkang, waktu kerja efektif, waktu antrian) data ketersediaan mekanis dan ketersediaan fisik, data *cycle time* dan data *match factor*.

Kedua data sekunder adalah data yang diperoleh dari pengambilan data di lapangan seperti target produksi, maupun data yang diperoleh dari perusahaan seperti data curah hujan, *shift* kerja dan data spesifikasi alat mekanis.

Ketiga dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengumpulkan data berupa data-data tertulis gambar atau elektronik yang mengandung keterangan atau penjelasan serta pemikiran yang sesuai dengan masalah penelitian.

Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data penelitian menggunakan analisis statistik deskriptif yang akan menggunakan cara-cara penyajian data dengan tabel biasa atau distribusi frekuensi, grafik garis atau batang, penjelasan kelompok melalui *modus*, *mean*, *median* dan variasi kelompok melalui rentang dan simpangan baku.

Analisa Data

Pada tahapan ini data yang telah diolah kemudian dianalisa dan disusun ke dalam sebuah tulisan ilmiah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Edar Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Waktu edar alat muat *excavator* Doosan 300 pada kegiatan penambangan dalam sekali putaran terdiri dari waktu *digging*, *Loading*, *dumping*, dan *empty*. Dengan banyaknya data 30, diperoleh 14,3448 detik atau 0,22 menit.

Waktu edar alat angkut *dump truck* kegiatan penambangan terdiri dari waktu mengambil posisi *loading*, *loading*, *hauling*, mengambil posisi *dumping*, *dumping* dan *empty swing*. Hasil dari *cycle time* alat angkut berdasarkan data lapangan diatas diperoleh waktu yang di perlukan dalam satu kali putaran adalah 910,82 detik.

Waktu Kerja Efektif

Waktu kerja efektif adalah waktu kerja yang sesungguhnya yang dipergunakan pada operasi penambangan, adapun jam kerja kegiatan penambangan PT. ANTAM UBP Maluku Utara adalah 9,45 jam per *shift*.

Berdasarkan analisa data pengamatan lapangan masih terdapat keterlambatan dalam penggunaan jam kerja yang tersedia, sehingga jam kerja efektif berkurang. Hambatan-hambatan dalam jam kerja sebagai berikut :

Wkt	= 9,45 jam (585 menit)
Waktu <i>delay</i>	= 12,67 menit
Waktu <i>standby</i> (S)	= 20,5 menit
Waktu <i>Repair</i> (R)	= 85,63 menit
Wht	= 118,8 menit
Wke = 585 - 118,8	= 466,2 menit/shift

Analisa data pengamatan lapangan masih terdapat keterlambatan dalam penggunaan jam kerja yang tersedia, sehingga jam kerja efektif berkurang. Hambatan-hambatan dalam jam kerja sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Wkt} &= 9,45 \text{ jam (585 menit)} \\ \text{Waktu delay} &= 22,97 \text{ menit} \\ \text{Waktu standby (S)} &= 40,3 \text{ menit} \\ \text{Waktur repair} &= 65 \text{ menit} \\ \text{Wh} &= 128,27 \text{ menit} \\ \text{Wke} = 585 - 128,27 &= 456,73 \text{ menit} \end{aligned}$$

Faktor Pengembangan

Data pengembangan material diperoleh berdasarkan data tabel pengembangan macam jenis material di ketahui untuk golongan nikel jenis tanah kering yaitu 25% (Prodjosumarto, 1973).

Faktor Pengisian

Nilai faktor pengisian perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas baku alat berdasarkan data aktual lapangan diperoleh :

$$\begin{aligned} 100\% &= 1,75 \\ 1\% &= 0,0175 \text{ m}^3 \\ V_n &= 108,86 \% \times 0,0175 = 1,90 \\ V_t &= 1,75 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{BFF} &= V_n/V_t \times 100\% \\ \text{BFF} &= 1,90/1,75 \times 100\% \\ \text{BFF} &= 108,57 \% \end{aligned}$$

Perhitungan Produktivitas Alat Mekanis

Produktivitas alat gali muat dan alat gali angkut didapat dari besarnya produksi yang dapat dicapai dalam kenyataan kerja.

Pertama perhitungan produktivitas alat gali muat *excavator* Doosan 300

Dimana :

$$\begin{aligned} \text{Waktu Edar} &= 14,19567 \text{ detik (0,23 menit)} \\ \text{Kapasitas Bucket} &= 1,75 \text{ m}^3 \\ \text{Fill Factor} &= 108,57 \% \\ \text{Efisiensi} &= 79 \% \\ \text{Swell Factor} &= 0,8 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} P &= \frac{60}{Ctm} \times C_b \times F_f \times S_f \times E \\ &= \frac{60}{0,23} \times 1,75 \times 1,08 \times 0,8 \times 0,79 \\ &= 311,59 \text{ Bcm/jam} \\ &= 311,59 \text{ Bcm/jam} \times 9,45 \text{ jam} \times 1,77 \\ &= 5.211,80 \text{ ton} \end{aligned}$$

Sehingga dihitung tonase yang di dapat dalam pengisian tongkang per *shift* kerja adalah 5.211,80 ton.

Kedua Perhitungan produktivitas alat angkut *Dumprt Truck* Hino 500.

$$\begin{aligned} \text{Waktu Edar} &= 908,3087 \text{ detik (15,13 menit)} \\ n &= 5 \\ \text{Kapasitas Bucket} &= 30 \text{ m}^3 \\ \text{Fill Factor} &= 108,57\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Efisiensi &= 78\% \\ Swell Factor &= 0,8 \\ P &= \frac{(Kb \times SF \times Fp) \times n \times EU \times 60 \text{ menit/jam}}{CT} \\ &= \frac{(30 \times 0,8 \times 1,08) \times 5 \times 0,78 \times 60 \text{ menit/jam}}{15,13} \\ &= 400,87 \text{ Bcm/jam} \times 9,45 \text{ jam} \times 1,77 \\ &= 6.705,15 \text{ ton} \end{aligned}$$

Keserasian Kerja Alat Mekanis

Nilai Keserasian kerja alat angkut dan alat muat pada penambangan nikel PT.ANTAM Tbk UBPN Maluku Utara adalah 0,59. Berdasarkan pada ketetapan nilai MF, bila keadaan MF <1, artinya alat angkut sibuk sedangkan alat muat terdapat waktu menunggunya

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data lapangan pencapaian target alat gali muat dalam satu shift kerja 9 jam 45 menit adalah 5.211,80 ton. Dengan *cycle time* satu kali putaran *bucket* 14,19567 detik. Hasil perhitungan produktifitas alat angkut *Dump Truck* Hino 500 dalam satu *shift* kerja adalah 6.705,15 ton dengan *cycle time* satu kali putaran *Dump Truck* adalah 908,3087 detik. Pencapaian target produksi pemuatan tongkang *long towing* dengan tonase 10.500 mencapai target dengan lama pemuatan 3 *shift* waktu kerja, dan perusahaan menuai *despatch* (keuntungan).

Sedangkan hal-hal yang menjadi kendala terdapat pada manajemen waktu yang diberikan. Karena waktu *planning* pemuatan yang diberikan cukup lama akan tetapi secara *actual* dengan waktu kerja 3 *shift* telah cukup untuk pemuatan tongkang longtowing 10.500 ton.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada PT. ANTAM UBP Nikel *site* Pulau Pakal Maluku Utara yang telah memberi kesempatan untuk melakukan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Novita, S. Setiawan, T. Achmadi, And D. Lazuardi, "Analisis Skala Penambangan Mineral Dan Pengangkutan (Studi Kasus : Angkutan Nikel Di Sulawesi Tenggara)," Vol. 7, No. 1, 2018.
- [2] J. A. Haya, F. D. N., Yanny, "Angkut Tongkang Dan Alat Muat Crane Pada Kegiatan Pengapalan Nickel Ore Di Pt . Antam," Vol. 6, No. 2, Pp. 179-186, 2022.
- [3] S. Sudiman And W. A. Fahrudin, "Perancangan Efektivitas Dan Efisiensi Untuk Peningkatan Produktivitas Lini Produksi Wellhead Dengan Metode Objective Matrix," *J. Intech Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, Vol. 7, No. 1, Pp. 15-22, 2021.
- [4] G. Ramayanti *Et Al*, "Analisis Produktivitas Dengan Metode Objective Matrix (Omax) Di Lantai Produksi Perusahaan Botol Minuman," Vol. 6, No. 1, Pp. 31-38, 2020.
- [5] L. Jumame, "Analisis Efisiensi Dan Efektifitas Pengelolaan Keuangan Daerah Kota Sorong," *J. Ris. Bisnis Dan Manaj.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 81-100, 2018.
- [6] M. H. A. Sarwandy, "Produktivitas Alat Berat Excavator Backhoe Pada Proyek Perumahan Al Zafa Tegal Binangun Kota Palembang," *Bear. J. Penelit. Dan Kaji. Tek. Sipil*, Vol. 7, No. 2, Pp. 121-125, 2021.
- [7] S. Meita, T., Murad, "Optimasi Waktu Edar Pada Kegiatan Hauling Menggunakan Teori Antrian Di Pt Gilgal Batu Alam Lestari Optimatization Cycle Time Of Hauling Activity By Using Queuing Theory," *J. Himasapta*, Vol. 8, No. 1, Pp. 47-54, 2023.
- [8] R. R. Wincono, J. R. Horman, J. T. Pertambangan, And F. Teknik, "Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck Hino 500 Fg 235 Jj," Vol. 2, Pp. 155-160, 2019.

- [9] R. Toha, M.T. Nofanda, R. Busyaf, "Analisis Efisiensi Kerja Dan Produktivitas Pengangkutan Batubara Sistem Shovel - Dump Truck," *J. Pertamb.*, Vol. 3, No. 3, Pp. 34-39, 2019.
- [10] P. Prodjosumarto, *Pemindahan Tanah Mekanis.No Title*. Jurusan Teknik Pertambangan. Institut Teknologi Bandung.Bandung., 1996.
- [11] E. Sandeir And H. Prabowo, "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," *J. Bina Tambang*, Vol. 3, No. 3, Pp. 1091-1100, 2018.
- [12] Y. Tak, Feria Dan Rumbino, "Analisis Pencapaian Target Produksi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Proses Penambangan Pasir Di (Quarry) Pt . Bumi Indah Desa Benu , Kecamatan Takari , Kabupaten Kupang," *J. Teknol.*, vol. 16, no. 1, pp. 13-19, 2022.