

## **Evaluasi Sinkronisasi Kerja Alat Muat Dan Alat Angkut Pada PT Modern Widyatehnikal Kampung Wiraskadistrik Wanggar Kabupaten Nabire-Papua Tengah**

***(Evaluation of Work Synchronization of Loading Equipment and Transport Equipment  
at PT Modern Widyatehnikal Kampung Wiraskadistrict Wanggar Nabire Regency-  
Central Papua Province)***

Gidion Salek Wikirue Huby<sup>1\*</sup>, Hans Yohanes Elixir Doirebo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri dan Kebumihan,  
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

\* Korespondensi E-mail: [ellrix0612@gmail.com](mailto:ellrix0612@gmail.com)

### **Abstrak**

PT Modern Widya Tehnikal merupakan perusahaan konstruksi dibidang pertambangan yang bergerak dibidang pengangkutan material dari bahan galian industri. Alat mekanis berupa alat gali-muat dan alat angkut pada penambanganya. Permasalahan saat ini menunjukkan alat gali-muat excavator CAT 320 D sering menunggu alat angkut dump truck Mithsubishi HD125 PS untuk melakukan pemuatan. Metode penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap ritase alat gali-muat dan alat angkut yang di operasikan dan disesuaikan dengan target produksi. Hasil penelitian yang telah dilakukan perlu penambahan 1 unit alat angkut dump truck Mitsubishi HD 125 PS sehingga mendapatkan nilai efisiensi kerja alat gali-muat mengalami peningkatan efisiensi kerja alat gali-muat menjadi 11,08% dan alat angkut sebesar 3,57% shingga berdampak pada sinkronisasi dari alat gali muat dan alat angkut yang mencapai berkisar 83-84% (efesiensi kerja) atau estimasi rasio efisiensi kerja alat gali muat dan alat angkut berkorelasi baik dengan nilai 0,08.

**Kata kunci:** Alat angkut, alat gali-muat, match factor, produksi.

### **Abstract**

*PT Modern Widya Tehnikal is a construction company in the mining sector engaged in material transportation materials from industrial excavation materials. Mechanical tools in the form of digging tools and transport tools on the reservoir. The current problem shows that the CAT 320 D excavator often waits for the Mithsubishi HD125 PS dump truck to be loaded. The research method was carried out by observing the history of excavating equipment and transportation equipment that were operated and adjusted to the production target. The results of the research that have been carried out need to add 1 unit of Mitsubishi HD 125 PS dump truck transport equipment so that the work efficiency value of excavation and loading equipment has increased to 11.08% and transport equipment by 3.57% so that it has an impact on the synchronization of excavation and loading equipment and transport equipment which reaches the range of 83-84% (work efficiency) or the estimated work efficiency ratio of excavation and loading equipment and transport equipment is well correlated with a value of 0.08.*

**Keywords:** Digging equipment, loading equipment, match factor, production.

### **1. Pendahuluan**

PT Modern Widya Tehnikal merupakan perusahaan konstruksi dibidang pertambangan yang bergerak dibidang pengangkutan material. Dalam aktivitas pertambangan, pencapaian target produksi sesuai dengan jumlah yang telah direncanakan adalah salah satu hal yang paling penting. Target produksi dapat tercapai jika proses pengangkutan dilaksanakan dengan cara yang efektif dan efisien. Target produksi perlu dicapai oleh perusahaan agar perencanaan produksi yang berkaitan dengan pengangkutan yang dikenal dengan alat mekanis yang terdiri dari alat gali muat dan alat angkut.

Dalam proses pengangkutan, peralatan mekanis sangat dibutuhkan untuk mendukung kegiatan penambangan, baik sebagai alat utama maupun sebagai alat pendukung. Peralatan mekanis ini digunakan untuk mengangkut material hasil galian industri (Siwandi, dkk., 2022). Peralatan mekanis memainkan peran penting dalam menentukan hasil produksi penambangan. Ketika salah satu peralatan tidak berfungsi akibat kerusakan, produksi bisa berkurang atau terhenti, yang berpotensi merugikan perusahaan. Untuk menghindari hal ini, sinkronisasi armada atau *fleet matching* sangat diperlukan.

*Fleet matching* atau sinkronisasi armada adalah proses pengaturan untuk memantau kendaraan atau armada yang sedang beroperasi di suatu lokasi. Di area penambangan, *fleet matching* juga diperlukan, di mana kendaraan yang memiliki kesamaan tertentu beroperasi dalam satu pit untuk mencapai produksi maksimal dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang memengaruhi (Santoso, dkk., 2023).

Proses pengangkutan material hasil galian adalah salah satu tahap yang memengaruhi pencapaian target produksi, karena hal ini berdampak pada aspek pembiayaan. Mengingat pentingnya proses pengangkutan, perlu untuk mengetahui seberapa efektif pengangkutan dilakukan dengan menggunakan alat gali-muat dan alat angkut yang ada, serta langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengoptimalkan kegiatan tersebut (Assidiqi, dkk., 2022; Erwanda, dkk., 2022).

PT Modern Widya Tehnical selaku perusahaan pertambangan yang menambang dan mengelola bahan galian industri perlu memperhatikan faktor keserasian kerja, khususnya antara alat gali-muat dan alat angkut. Dalam penentuan jumlah alat angkut dan alat muat yang sesuai dengan target produksi, sinkronisasi memainkan peran yang sangat penting. Hasil observasi lapangan menunjukkan alat angkut lebih sibuk dibandingkan alat gali-muat. Kajian teknis terhadap retasi waktu operasional antara alat gali-muat dan alat angkut dapat mempengaruhi produktivitas terhadap target produksi. Hal inilah yang melatarbelakangi peneliti untuk melakukan kajian teknis terhadap sinkronisasi kerja alat gali-muat dan alat angkut pada proses penambangan di PT Modern Widya Tehnical.

## 2. Metode

Lokasi PT Modern Widya Tehnical terletak di kampung Wiraska, distrik Wangar, kabupaten Nabire provinsi Papua. Sedangkan secara geografis, PT Modern Widya Tehnical terletak diantara 3036'33" – 3033'24" (LS) sampai 135039'39" – 13504'17" (BT). Luas lokasi PT Modern Widya Tehnical sekitar  $\pm 3$  ha yang memiliki batas-batas lokasi sebagai berikut:

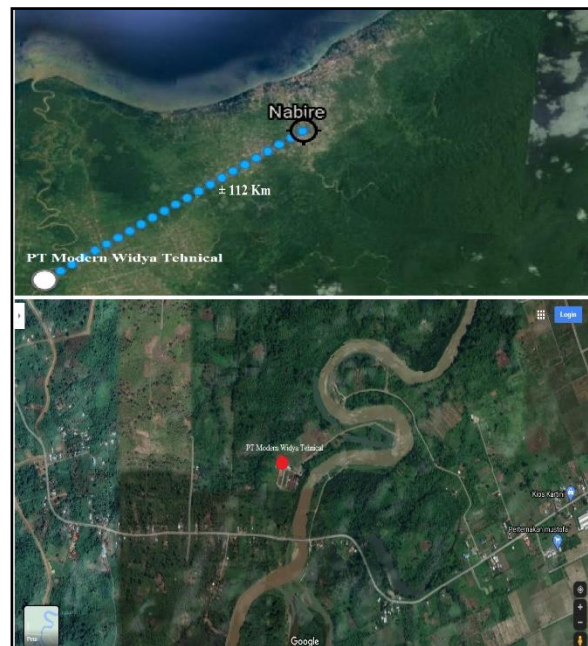
Sebelah Selatan: Jalan Raya Wagar-Waroki  
Sebelah Utara: Perumahan Kampung Wiraska  
Sebelah Timur: Sungai Wangar  
Sebelah Barat: Perumahan Kampung Wiraska

Lokasi penelitian dapat ditempuh menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat dengan estimasi lamanya perjalanan dari pusat kota Nabire  $\pm 3$  jam, dan jarak tempuh  $\pm 112$  Km (Gambar 1).

Metode penelitian dilakukan dengan melakukan studi literatur dan pengambilan data primer sebagai penentu dalam melakukan

evaluasi terhadap kegiatan pengangkutan. Pengambilan data di lapangan berupa pengambilan data *cycle time* dan *match factor* terhadap alat gali-muat dan alat angkut.

Data yang diperlukan sudah diperoleh, kemudian dilakukan perhitungan nilai faktor keserasian kerja dapat dilakukan menggunakan Match Factor. Nilai faktor keserasian kerja yang diperoleh dari perhitungan tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui keserasian kerja antara alat gali muat dan alat angkut yang digunakan.



Sumber: google earth, 2024

Gambar 1. Lokasi dan Kesampaian PT Modern Widya Tehnical

## Waktu Edar Alat Gali Muat dan Alat Angkut

*Cycle time* merupakan waktu yang diperlukan alat mekanis untuk melakukan satu siklus kegiatan produksi dari awal hingga akhir dan siap memulai kembali (Winarno, dkk., 2018). Waktu edar dihitung selama penyelesaian alat mekanis untuk menyelesaikan sekali putaran kerja, dari mulai kerja sampai dengan selesai dan bersiap untuk memulainya kembali.

Komponen dari *cycle time* alat gali muat dimulai dari *digging*, *swing* isi, *dumping* dan *swing* kosong, sedangkan *cycle time* alat angkut dimulai dari waktu tunggu kosong, waktu manuver kosong, waktu pengisian, waktu berjalan isi, waktu manuver area penimbunan, waktu *dumping*, waktu kembali kosong.

Waktu edar (*cycle time*) alat gali muat menggunakan persamaan sebagai berikut (Wijaya dan Mukiat, 2019; Agung, dkk., 2020; Molaei, dkk., 2023):

$$C_t = Tm_1 + Tm_2 + Tm_3 + Tm_4 \quad (1)$$

Keterangan :

$C_t$  = Total waktu edar alat gali muat (detik)

$Tm_1$  = Waktu menggali (detik)

$Tm_2$  = Waktu swing bermuatan (detik)

$Tm_3$  = Waktu menumpahkan (detik)

$Tm_4$  = Waktu swing kosong (detik)

Sedangkan waktu edar (*cycle time*) alat angkut dapat menggunakan persamaan:

$$C_t = Ta_1 + Ta_2 + Ta_3 + Ta_4 + Ta_5 + Ta_6 \quad (2)$$

Keterangan :

$C_t$  = Total waktu edar alat angkut (detik)

$Ta_1$  = Waktu mengatur posisi kosong (detik)

$Ta_2$  = Waktu diisi muatan (detik)

$Ta_3$  = Waktu mengangkut muatan (detik)

$Ta_4$  = Waktu mengatur posisi isi (detik)

$Ta_5$  = Waktu menumpahkan muatan (detik)

$Ta_6$  = Waktu kembali kosong (detik)

Efisiensi kerja akan mempengaruhi kemampuan produksi dari suatu alat. Waktu kerja yang efektif dapat dilakukan dengan cara memperkecil hambatan kerja. Hambatan kerja terdiri dari dua kategori: hambatan yang dapat dihindari dan hambatan yang tidak dapat dihindari. Waktu kerja efektif ditentukan berdasarkan hambatan-hambatan yang telah diidentifikasi di lapangan.

$$We = Wt - (Wtd + Whd) \quad (3)$$

Keterangan:

$We$  = waktu kerja efektif (menit)

$Wt$  = waktu kerja tersedia (menit)

$Whd$  = waktu hambatan dapat dihindari (menit)

$Wtd$  = waktu hambatan tidak dapat dihindari (menit)

Persamaan efisiensi kerja menggunakan rumus sebagai berikut (Ilham, dkk., 2020):

$$E_k = \frac{We}{Wt} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

$E_k$  = Efisiensi kerja (%)

$We$  = Waktu kerja efektif (Menit)

$Wt$  = Waktu kerja tersedia (Menit)

Kemudian dilakukan perhitungan kemampuan produksi alat mekanis (alat gali muat dan alat

angkut). Perhitungan produktivitas aktual dengan nilai *cycle time* dan efisiensi kerja aktual menggunakan persamaan berikut (Indonesianto, 2014; Ilahi, dkk., 2014; Oemati, dkk., 2020):

Alat gali muat

$$Q = \frac{K_b \times S_f \times FF \times E_k}{C_{tm}} \quad (4)$$

Keterangan :

$Q$  = Produktivitas alat muat ( $m^3$ /jam)

$K_b$  = Kapasitas *bucket* ( $m^3$ )

$S_f$  = Swell factor (%)

$FF$  = Bucket Fill Factor (%)

$E_k$  = Efisiensi kerja alat gali muat (%)

$C_{tm}$  = Waktu edar alat gali muat (jam)

Alat angkut

$$Q = \frac{K_v \times S_f \times FF \times E_k}{C_{ta}} \quad (5)$$

Keterangan :

$Q$  = Produktivitas alat muat (Bcm/jam)

$K_b$  = Kapasitas *bucket* ( $m^3$ )

$S_f$  = Swell factor (%)

$FF$  = Fill Factor (%)

$E_k$  = Efisiensi kerja alat angkut (%)

$C_{ta}$  = Waktu edar alat angkut (jam)

#### Faktor Keserasian Kerja Alat (Match Factor)

Faktor keserasian alat aktual umumnya digunakan untuk mengetahui jumlah alat angkut yang sesuai (serasi) untuk melayani satu unit alat gali muat.

$$MF = \frac{n \times Nh \times C_{tm}}{Nm \times C_{ta}} \quad (6)$$

Keterangan:

$MF$  : Faktor keselarasan (*Match Factor*)

$n$  : Jumlah pemuatan *bucket*

$Nh$  : Jumlah alat angkut,

$C_{tm}$ : Waktu alat gali-muat (detik)

$Nm$  : Jumlah alat gali-muat

$C_{ta}$  : Waktu edar alat angkut (detik)

Faktor keserasian kerja alat gali-muat dan alat angkut akan mencapai 100% apabila  $MF = 1$ , sedangkan  $MF < 1$  maka alat gali muat bekerja <100%, sedangkan alat angkut bekerja 100%, sebaliknya bila  $MF > 1$  alat gali-muat bekerja 100% dan alat angkut bekerja <100%.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### A. Sinkronisasi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Penambangan material dilakukan dengan menggunakan kombinasi alat mekanis berupa alat gali-muat (Excavator CAT 320D) dan alat angkut (dump truck Mitsubishi HD 125 PS). Alat angkut dump truck Mitsubishi HD 125 PS memiliki kapasitas vessel sebesar  $4,5\text{m}^3$  dengan panjang 5,715 m, lebar 2,295 meter dan tinggi 1,495 m. Jumlah alat angkut (dump truck Mitsubishi HD 125 PS) yang beroperasi di perusahaan sebanyak 2 unit, dan alat gali-muat (Excavator CAT 320D) sebanyak 1 unit, serta banyaknya pengisian tiap alat angkut sebesar 3 kali pengisian. Jadwal operasional (jam kerja) dilakukan dari hari Senin – Minggu dengan penerapan 1 shift kerja per hari dengan total waktu kerja 8 jam/ hari, sehingga waktu operasional dalam sehari yakni 7 jam/hari (Operasional-1 dan Operasional-2) yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jam Kerja Perusahaan

| Waktu                  | Jenis Kegiatan | Lama (Jam) |
|------------------------|----------------|------------|
| 08.00-12.00            | Operasional-1  | 4          |
| 12.00-13.00            | Istirahat      | 1          |
| 13.00-16.00            | Operasional-2  | 3          |
| <b>Total Jam Kerja</b> |                | <b>8</b>   |

Proses aktivitas pemuatan material yang dilakukan di PT Modern Widya Tehnical ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Aktivitas Pemuatan Material.

Keserasian alat mekanis pada proses pengangkutan material bahan galian atau sinkronisasi alat gali muat dan alat angkut perlu dilakukan guna memperoleh efisiensi kerja dari kedua alat tersebut. Waktu edar dari alat gali muat dan alat angkut merupakan variabel penentu dalam mencari faktor keserasian terhadap hubungan dari kedua alat tersebut. Nilai waktu edar yang digunakan dari penelitian ini berupa

nilai rata-rata waktu edar alat gali muat sebesar 0,65 menit dan nilai rata-rata waktu edar dari alat angkut sebesar 5,88 menit dengan banyaknya proses pemuatan *bucket* yang dilakukan sebanyak 3 kali pengisian. Hasil perhitungan terhadap rata-rata dari waktu edar alat gali muat dan alat angkut yang merupakan data aktual diperoleh nilai faktor keserasian (*Match Factor*) sebesar 0,66 yang menunjukkan alat gali muat akan sering *standby*. Hal ini sesuai dengan observasi di lapangan bahwa alat gali muat sering menunggu alat angkut atau dikatakan jumlah alat angkut kurang, akibatnya alat gali muat menunggu sementara alat angkut sibuk dengan durasi waktu tunggu alat gali muat sebesar 2,29 menit.

Keserasian alat gali muat dan alat angkut setelah perbaikan dengan parameter nilai *Match Factor* (MF) aktual sebesar 0,66 dilakukan proses simulasi dengan penambahan dari alat gali muat dan atau alat angkut untuk menentukan keserasian dari alat gali muat dan alat angkut. Proses simulasi keserasian (sinkronisasi) pada alat gali muat dan alat angkut dilakukan sebanyak lima kali simulasi sehingga diperoleh simulasi-1 menunjukkan nilai MF sebesar 0,99 atau mendekati 1. Hasil simulasi tersebut dilakukan dengan menambahkan 1 unit alat angkut yang menjadi alternatif efektif untuk memaksimalkan kinerja alat mekanik dalam mendukung produktivitas pemindahan material pada PT Modern Widya Tehnical (Tabel 1).

#### B. Efisiensi Kerja Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Waktu kerja tersedia per hari sebesar 7 jam dan nilai rata-rata waktu hambatan yang diperoleh di lapangan untuk alat gali muat baik waktu hambatan dapat dihindari (Whd) dan waktu hambatan tidak dapat dihindari (Wtd) sebesar 1,92 jam sehingga diperoleh waktu kerja efektif alat gali muat sebesar 5,08 jam dengan nilai efisiensi kerja (Ek) sebesar 72,57 %. Sedangkan alat angkut memiliki nilai rata-rata waktu hambatan sebesar 1,4 jam dengan waktu kerja efektif alat angkut sebesar 5,6 jam dan nilai efisiensi kerja (Ek) sebesar 80 %. Nilai efisiensi kerja alat gali muat lebih rendah dari pada alat angkut secara aktual. Hal ini dikarenakan waktu hambatan yang dapat dihindari (Whd) dari alat gali muat yakni menunggu alat angkut (dump truck) yang rata-rata menghabiskan waktu 0,78 jam dalam sehari sehingga selisih waktu hambatan yang dapat dihindari sebesar 1,14 jam.

Nilai efisiensi kerja alat gali muat jika menggunakan waktu hambatan sebesar 1,14 jam diperoleh waktu efektif sebesar 5,86 jam dengan nilai efisiensi kerja dari alat gali muat sebesar

83,65% atau 84% (Tabel 2). Peningkatan nilai efisiensi kerja alat gali muat dapat dioptimalkan sebesar 11,08% jika waktu hambatan berupa menunggu alat angkut dapat dihindari dengan cara melakukan penambahan unit alat angkut,

walaupun penambahan alat angkut sering kali menjadi pertimbangan oleh pihak perusahaan karena berkaitan dengan biaya yang harus dikeluarkan.

Tabel 1. Simulasi Sinkronisasi Alat Gali Muat dan Alat Angkut

| No | Simulasi                                                                            | Nh<br>(Unit) | Ctm<br>(Menit) | Nm<br>(Unit) | Cta<br>(Menit) | Match<br>Factor (MF) |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|----------------------|
| 1  | <b>Aktual</b>                                                                       | 2            | 0,65           | 1            | 5,88           | 0,66                 |
| 2  | <b>Simulasi-1</b> (Alat angkut ditambah 1 unit)                                     | 3            | 0,65           | 1            | 5,88           | 0,99                 |
| 3  | <b>Simulasi-2</b> (Alat gali-muat ditambah 1 unit)                                  | 2            | 0,65           | 2            | 5,88           | 0,33                 |
| 4  | <b>Simulasi-3</b> (Alat angkut dikurangi 1 unit dan alat gali muat ditambah 1 unit) | 1            | 0,65           | 2            | 5,88           | 0,17                 |
| 5  | <b>Simulasi-4</b> (Alat gali muat dan alat angkut masing-masing ditambah 1 unit)    | 3            | 0,65           | 2            | 5,88           | 0,5                  |
| 6  | <b>Simulasi-5</b> (Alat alat angkut ditambah 2 unit)                                | 4            | 0,65           | 1            | 5,88           | 1,33                 |

Keterangan: Nh: Jumlah alat angkut; Ctm: Waktu edar alat gali muat; Nm: Jumlah alat gali muat; Cta: Waktu edar alat angkut

Efisiensi kerja alat angkut dengan adanya penambahan 1 unit alat angkut akan berdampak pada waktu kerja efektif dari alat angkut tersebut dan berhubungan juga dengan efisiensi kerja dari alat gali muat. Waktu hambatan aktual alat angkut sebesar 1,4 jam akan berkurang dengan penambahan 1 unit alat angkut (Match factor). Penambahan 1 unit alat angkut tidak dapat

memperkirakan secara akurat besaran waktu hambatan yang terjadi di lapangan terutama waktu hambatan yang tidak dapat dihindari sehingga untuk menentukan efisiensi kerja alat angkut setelah dilakukan penambahan dengan *margin error* yang digunakan sebesar 25% dari waktu hambatan aktual diperoleh waktu hambatan sebesar 1,15 jam.

Tabel 2. Nilai Efisiensi Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut

| No | Parameter            | Alat Gali Muat      |                            | Alat Angkut |                            |
|----|----------------------|---------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|
|    |                      | Sebelum<br>(Aktual) | Setelah<br>Efisiensi waktu | Sebelum     | Setelah<br>Efisiensi waktu |
| 1  | <b>Wt (Jam)</b>      | 7                   | 7                          | 7           | 7                          |
| 2  | <b>Wtd+Whd (Jam)</b> | 1,92                | 1,14                       | 1,4         | 1,15                       |
| 3  | <b>We (Jam)</b>      | 5,08                | 5,86                       | 5,6         | 5,85                       |
| 4  | <b>Ek (%)</b>        | 72,57               | 83,65                      | 80          | 83,57                      |
|    | <b>Rasio Ek (%)</b>  |                     | 11,08                      |             | 3,57                       |

Estimasi rasio efisiensi kerja dari alat gali muat dan alat angkut setelah dilakukan perhitungan waktu kerja efektif akan berkorelasi baik dengan nilai 0,08. Nilai tersebut

mengidentifikasi bahwa alat gali muat dan alat angkut berkerja dengan maksimal setelah dilakukan penambahan 1 unit alat angkut.

### C. Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Alat gali muat (Excavator CAT 320D) memiliki kapasitas *bucket* sebesar 1,2 m<sup>3</sup> dengan nilai Swell factor (Sw) yang digunakan sebesar 74% dengan fill factor sebesar 90% dan rata-rata waktu edar selama 39,6 detik atau 0,011 jam. Produktivitas alat gali muat yang dihitung berdasarkan dari nilai efisiensi kerja alat gali muat secara aktual sebesar 72,57% dan nilai efisiensi kerja yang telah mengalami perubahan terhadap

waktu hambatan yang dapat dihindari dari alat gali muat selama beroperasi dan bersinkronisasi dengan alat angkut sebesar 83,65%. Peningkatan nilai produktivitas alat gali muat sangat berpengaruh terhadap efisiensi kerja dari alat tersebut. Interval perubahan terhadap produktivitas alat gali muat sebesar 8,05 m<sup>3</sup>/jam sedangkan alat angkut sebesar 0,87m<sup>3</sup>/jam (Tabel 3).

Tabel 3. Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

| Parameter                                      | Sinkronisasi Produktivitas Alat |         |             |         |
|------------------------------------------------|---------------------------------|---------|-------------|---------|
|                                                | Alat Gali Muat                  |         | Alat Angkut |         |
|                                                | Sebelum                         | Sesudah | Sebelum     | Sesudah |
| Efisiensi kerja (%)                            | 72,57                           | 83,65   | 80          | 83,57   |
| Produktivitas (m <sup>3</sup> /jam)            | 52,73                           | 60,78   | 19,57       | 20,45   |
| Rasio Produktivitas Alat (m <sup>3</sup> /jam) | 8,05                            |         | 0,87        |         |

#### D. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan perlu penambahan 1 unit alat angkut dump truck Mitsubishi HD 125 PS sehingga mendapatkan nilai efisiensi kerja alat gali-muat mengalami peningkatan efisiensi kerja alat gali-muat menjadi 11,08% dan alat angkut sebesar 3,57% sehingga berdampak pada sinkronisasi dari alat gali muat dan alat angkut yang mencapai berkisar 83-84% (efisiensi kerja) atau estimasi rasio efisiensi kerja alat gali muat dan alat angkut berkorelasi baik dengan nilai 0,08.

#### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri dan Kebumihan, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura dan PT Modern Widya Tehnical yang telah memfasilitasi dan mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian serta seluruh pihak yang telah membantu sampai penelitian ini dapat diselesaikan.

#### Daftar Pustaka

- Suwandi, Edy., Annisa, Annisa., & Putri, Karina Shella, 2022, Evaluasi produktivitas alat gali muat untuk material overburden di CV Gunung Sambung. *Jurnal Himasapta*, 7(2), 97, ISSN 2527-4619, Universitas Lambung Mangkurat.
- Santoso, Eko, Sari, Nuri Pirnia, Putri, Karina Shella, & Mustofa, Adip, 2023, Aplikasi pendekatan metode probabilistik dalam menentukan match factor alat mekanis di PT Sinar Nirwana Sari, *Jurnal Himasapta*, vol. 8, No. 2, hal. 73, ISSN 2527-4619, Universitas Lambung Mangkurat.
- Winarno E, Inmarlinianto, Suretno A., 2018, Kajian Teknis Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara di PT Mandiri Intiperkasa, Kalimantan Utara. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, Vol. 4 No. 2, hal. 144–153.
- Agung M, Wahab W, Firdaus F., 2021, Analisis Kebutuhan Alat Gali dan Angkut Pada Blok Ulin PT Indrabakti Mustika Kec. Langgikima Kab. Konawe Utara. *Geomining*; Vol.1, No. 3, Hal. 79–88.
- Wijaya AR, Mukiat D., 2019, Kinerja Alat Muat dan Angkut Pada Pengupasan Overburden PT Bumi Merapi Energi, *Jurnal Pertambangan*; Vol. 3, No. 4, Hal. 9–17.
- Molaei, A, Kolu, A, Lahtinen, K and Geimer, M., 2023, Automatic estimation of excavator actual and relative cycle times in loading operations, *Automation in Construction*, Elsevier.
- Ilham S, Rifandy A., 2020, Kajian Produksi Material Batuan Penutup (Overburden) Pada PT Kaltim Batumanunggal Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur, *Jurnal Geologi Pertambangan*, Vol. 26, No.2.
- Indonesianto Y., 2014, Pemindahan Tanah Mekanis. Yogyakarta: Seri Tambang Umum, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Ilahi, RR, Ibrahim, E, & Swardi, FR, 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*, Vol. 2, No.3.
- Oemati N, Revisdah R, Rahmawati R., 2020, Analisa Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden), *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, UM-Palembang; Vol.6 No.3.