

ANALISIS PRODUKSI ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE MATCH FACTOR DAN TEORI ANTRIAN UNTUK MEMENUHI TARGET PRODUKSI BATUBARA 48.000 TON/BULAN DI GUNUNG SELAN PT PUTRA MAGA NANDITAMA BENGKULU UTARA

Muhammad Daffa Muzaffar^{1*}, Tri Gamela Saldy^{2**}, Yoszi Mingsi Anaperta^{3***}, Aulia Harizona Rahman^{4***}
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang menaungi Jurusan Teknik Pertambangan

¹Mahasiswa Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

²Dosen Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*l1daffajr@gmail.com

**trigamelasaldy@ft.unp.ac.id

***yoszima@ft.unp.ac.id

****harizonarahman@ft.unp.ac.id

Abstract. PT Putra Maga Nanditama is a coal mining company located in Gunung Selan, Bengkulu. This company uses the open pit mining method. The failure to achieve the production target of 48,000 tons/month was caused by several problems, namely the problem of tool waiting time, equipment damage, productivity of loading and unloading equipment and unstable transportation equipment.

The misalignment between the loading and digging equipment and the hauling equipment results in waiting time for the equipment. Based on research conducted in August 2022, the productivity of 1 unit of Doosan DX300 Excavator was 154.79 tons/hour and 5 units of DT Hino Ranger 500 reached 111.8 tons/hour. From the results of the production analysis using the match factor method after the repair, the value of MF = 0.85 is obtained and the queuing theory after the repair is obtained by the EU on the Doosan DX300 Excavator which is 74% and the EU on the DT Hino Ranger 500 which is 75%. Then the productivity obtained after repairs from mechanical devices that work is 77,490.54 tons/month which shows that the production target at PT Putra Maga Nanditama has been achieved at 48,000 tons/month.

Keywords: Excavator, dumptruck, match factor, productivity, queue theory

1 PENDAHULUAN

Ada banyak perusahaan yang beroperasi di Indonesia yang menambang batubara, termasuk PT Putra Maga Nanditama. Perusahaan ini juga telah melakukan aktivitas penambangan sejak tahun 2021 di Gunung Selan, Bengkulu Utara, Bengkulu. Penambangan dilakukan secara tambang terbuka (*open pit*).

PT Putra Maga Nanditama khususnya unit Pertambangan Bengkulu Utara memiliki letak lokasi penambangan yaitu di Gunung Selan, Kecamatan Argamakmur, Kabupaten Bengkulu Utara, Bengkulu. Saat memproses dan memuat komoditas menggunakan

alat berat Excavator Doosan DX800, Doosan DX500, Doosan DX300, Kobelco 480 dengan bantuan Bulldozer, sedangkan untuk pengangkutan tanah penutup (*overburden*) menggunakan ADT Volvo a40G, ADT Volvo a40E, dan ADT Volvo a35E dan untuk pengangkutan batubara yang akan dibawa ke *stockpile* menggunakan DT Hino Ranger 500.

Alat yang digunakan untuk penggalian batubara terdapat 2 unit Excavator Doosan DX300 dan alat angkut yang dipakai yaitu DT Hino Ranger 500 dengan jarak dari *front* ke *stockpile* sekitar 1,5 km dan target produksi penggalian batubara yang ingin dicapai sebesar 48.000 ton/bulan.

PT Putra Maga Nanditama menetapkan target produksi batubara pada bulan Januari sebesar 10.000 ton sedangkan produksi aktual batubara yaitu 7.867,17 ton. Perusahaan berencana memproduksi 30.000 ton batu bara pada bulan Februari, namun realisasinya mencapai 26.670,36 ton.

Berdasarkan observasi pada bulan Maret 2022, produksi yang didapatkan PT Putra Maga Nanditama sebesar 31.901,47 ton/bulan dan ini tidak memenuhi target yang ditetapkan sebesar 35.000 ton/bulan. Rata-rata dalam 1 bulan ditetapkan 30 hari kerja dan waktu kerja yang di rencanakan PT Putra Maga Nanditama yaitu 1 hari terdapat 11 jam kerja untuk shift siang dan 11 jam kerja untuk *shift* malam. Pada pengamatan di lapangan, terjadi hambatan-hambatan saat operasi produksi batubara, sehingga mengakibatkan hilangnya waktu dan berkurangnya jam kerja produktif (*loss time*).

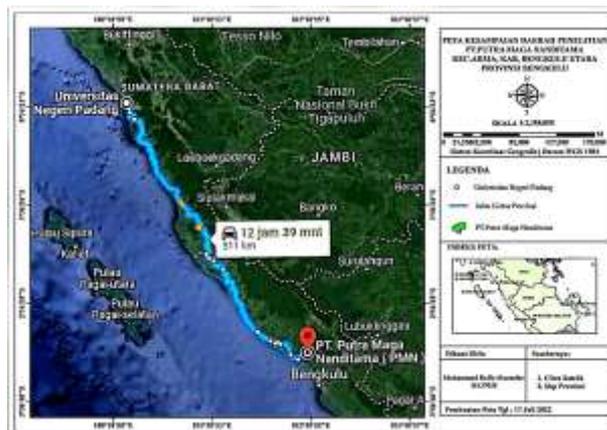
Berdasarkan penelitian Hidayat (2018) yang melakukan riset di PT Britmindo, target produksi batubara sebesar 35.000 ton per bulan, dengan produktivitas alat berat berdasarkan produksi batubara sebesar 25.417.997 ton per bulan menjadi tidak tercapai karena waktu kerja efektif rendah (*loss time*) sebagai akibat dari hambatan yang ada dan tidak optimalnya waktu kerja produktif. Sejalan dengan penelitian Fernandes (2021), terdapat *loss time* pada alat gali muat dan angkut terjadi keterlambatan dalam memulai produksi, perbaikan *front* kerja, masalah pengawas kurang optimal serta masalah penurunan tingkat produktivitas alat berat terkhusus pada alat gali muat dan alat angkut batubara sehingga kinerja alat gali muat dan alat angkut batubara masih belum optimal, masih dibawah rencana.

Dari pengamatan penulis selama berada di lapangan terdapat permasalahan pada waktu tunggu alat (*delay*) serta proses pemuatan dan pengangkutan batubara. Selanjutnya permasalahan yang ditemukan yaitu banyaknya unit alat yang *breakdown* atau rusak dan memerlukan waktu untuk di *maintenance*, terlambat dalam memulai produksi dan waktu kerja produktif alat belum optimal.

Pencapaian produktivitas alat angkut dan muat dipengaruhi oleh banyaknya hambatan yang terjadi. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan analisa teknis terhadap sistem *monitoring* kesesuaian antara alat angkut dan gali batubara guna meningkatkan efisiensi alat dalam memenuhi target produksi.

2 LOKASI DAN KESAMPAIAN DAERAH

Wilayah Izin Usaha Penambangan PT Putra Maga Nanditama, secara administrasi berada di Gunung Selan, Kecamatan Argamakmur, Kabupaten Bengkulu Utara, Bengkulu. Berjarak sekitar 8 km dari pusat Kota Argamakmur. Secara geografis lokasi tersebut berada pada koordinat 102°09'05.63"-BujurTimur3°27'55.55" Lintang Selatan. Untuk mencapai lokasi PT Putra Maga Nanditama dapat ditempuh dengan menggunakan perjalanan darat.



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah Penelitian

3 KAJIAN TEORI

3.1 Definisi produktivitas

Rasio *output* terhadap *input* dikenal sebagai produktivitas (*input*). Produktivitas dapat dinyatakan sebagai rasio (perbandingan).

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Keluaran (Output)}}{\text{Masukan (Input)}} = \frac{O}{I}$$

Tiga komponen penting membentuk elemen produktivitas: efektivitas, efisiensi, dan kualitas (Everett E, 1981).

3.2 Produktivitas Alat Angkut dan Alat Gali Muat

Alat penggali secara produktivitas ditentukan oleh seberapa banyak pekerjaan yang dapat diselesaikannya dalam waktu tertentu. Satuan ukuran produktivitas alat bongkar muat adalah ton/satuan waktu (Partanto, 2000).

3.2.1 Produktivitas Alat Gali Muat

$$Ctm = T1 + T2 + T3 + T4$$

Sumber: *Handbook Komatsu, Edition 28*

Keterangan:

Ctm = waktu edar alat gali muat (s)

T1 = waktu menggali material/ *Digging* (s)

T2 = waktu *swing load*(s)

T3=waktu menumpahkan muatan/*passing*(s)

T4 = waktu *swing* kosong (s)

3.2.2 Produktivitas Alat Angkut

$$P = C \times \frac{3600}{Cta} \times EU$$

$$C = n \times q1 \times k$$

Keterangan:

P= produksi per jam (bcm/jam)

C = Kapasitas *Dump Truck* (bcm)

N= banyak pengisian *bucket* hingga *vessel* penuh

q1= kapasistas *bucket* (bcm)

k = *bucket fill factor*

EU = efisiensi kerja alat
Cta= cycle time (menit)

3.3 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

3.3.1 Waktu edar alat gali muat dan alat angkut (Cycle Time)

3.3.1.1 Waktu edar alat gali muat (excavator)

$$Ctm = T1 + T2 + T3 + T4$$

3.3.1.2 Waktu edar alat angkut

$$Cta = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6$$

Sumber : Handbook Komatsu, Edition 28

Keterangan:

- Cta = waktu edar alat angkut (menit)
- T1 = Manuver loading (menit)
- T2 = Loading (menit)
- T3 = Hauling (menit)
- T4 = Manuver dumping (menit)
- T5 = Dumping (menit)
- T6 = Return (menit)

3.3.2 Sifat Material

Volume material yang tidak terganggu biasanya dinyatakan dalam meter kubik bank dalam pengamatan dan perhitungan (BCM). Satuan loose cubic meter digunakan untuk mengukur volume material yang dipindahkan atau berubah bentuk, seperti batuan yang diledakkan (LCM). Jumlah material yang dipadatkan diukur dalam meter kubik yang dipadatkan (CCM). (Nurhakim, 2004,1-2)

3.3.3 Cuaca

Untuk memperkirakan bahwa akan turun hujan selama beberapa hari selama satu tahun penuh, perlu dipahami bagaimana cuaca mempengaruhi area kerja di mana peralatan mekanis akan digunakan. Penggunaan peralatan mekanis dilarang setiap saat, termasuk saat hujan. (Yanto, 2005).

3.3.4 Bucket fill factor

Tabel 1. Bucket fill factor

Jenis Pemuatan	Jenis Material	Faktor Koreksi
Pemuatan Ringan	Tanah, clay agak lunak	0,95-1
Pemuatan Sedang	Pasir, tanah, lempung	0,9-0,95
Pemuatan Agak Sulit	Batu halus, lempung keras	0,8-0,9
Pemuatan Sulit	Bongkahan, kerikil	0,7-0,8

Sumber: Handbook Komatsu, Edition 28

$$ff = \frac{Vn}{Vt \times 100\%}$$

Keterangan :

- ff = Faktor bucket pengisian
- Vn = Volume nyata (m³)
- Vt = Volume teoritis (m³)

3.3.5 Faktor Efisiensi Kerja

$$Wke = Wkt - Wht$$

$$EK = \frac{Wke}{Wkt} \times 100\%$$

Keterangan:

- Wke = Waktu kerja efektif (menit)
- EK = Waktu edar alat angkut (menit)
- Wkt = Waktu kerja tersedia (menit)
- Wht = Waktu hambatan (menit)

3.3.6 Swell factor

Tabel 2. Swell Factor

Jenis Material	Densitiy Insitu	Swell Factor
	(lb/cu yd)	%
Batubara bituminus	1900	72

Sumber: Yanto Indonesianto, 2005

3.4 Match factor

Agar mencapai efisiensi 100%, dibutuhkan keserasian kerja alat (match factor). Dalam hal ini, terlihat jelas bahwa faktor pencocokan antara alat muat dan alat angkut digunakan untuk menyinkronkan kedua jenis alat tersebut selama operasi penambangan. Besar nilai match factor adalah:

3.4.1 MF < 1

Diartikan bahwa kerja alat muat tidak seimbang dengan alat angkut dengan perbandingan alat gali muat < alat angkut yang menyebabkan terjadinya waktu tunggu bagi alat muat.

3.4.2 MF = 1

Diartikan bahwa kerja alat gali muat dan alat angkut sama dengan perbandingan alat muat = alat angkut. match factor ini yang ideal yang mana tidak adanya waktu tunggu sehingga kegiatan alat gali muat lancar

3.4.3 MF > 1

Diartikan bahwa kerja alat gali muat dengan alat angkut tidak seimbang, dengan perbandingan alat gali muat > alat angkut, yang menyebabkan terjadinya waktu tunggu bagi alat angkut.

Menghitung Match Factor dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan :

- Na = Jumlah alat angkut
- n = banyak pengisian bucket hingga vessel penuh
- Ctm = Waktu edar alat muat (menit)
- Cta = Waktu edar alat angkut (menit)
- Nm = jumlah alat angkut

(Prodjosumarto, 1996)

3.5 Teori Antrian

Sebuah teori yang disebut teori antrian membahas analisis matematis dari barisan orang yang menunggu. Ketika permintaan untuk suatu layanan melebihi kapasitas layanan, garis antrean adalah tipikal

3.5.1 Komponen Utama Sistem Antrian

- 3.5.1.1 Populasi Masukan
- 3.5.1.2 Distribusi kedatangan
- 3.5.1.3 Disiplin Pelayanan
 - 3.5.1.3.1 FCFS (*First Come, First Served*)
 - 3.5.1.3.2 LCFS (*Last Come, First Served*)
 - 3.5.1.3.3 SIRO (*Service In Random Order*)
 - 3.5.1.3.4 PS (*Priority Service*)
- 3.5.1.4 Fasilitas Pelayanan
 - 3.5.1.4.1 *Single Channel Single Phase*
 - 3.5.1.4.2 *Single Channel Multiple Phase*
 - 3.5.1.4.3 *Multiple Channel Single Phase*
 - 3.5.1.4.4 *Multiple Channel Multiple Phase*
- 3.5.1.5 Distribusi Pelayanan
- 3.5.1.6 Kapasitas Pelayanan

3.5.2 Penentuan Tingkat Pelayanan dan Tahap Pelayanan

$$\mu(1,2,3,4) = \frac{1}{T(1,2,3,4)} \times 60 \text{ menit}$$

Keterangan:

μ = Jumlah unit truk yang mampu dilayani pada setiap tahapan dalam satu jam (*dump truck*/jam)

T = Waktu edar truk pada tiap tahap pelayanan (menit)

3.5.3 Probabilitas Keadaan Antrian

Kemungkinan barisan meningkat meningkat karena lebih banyak *dump truck* yang digunakan. Setelah menentukan nilai koefisien antrian pada setiap tingkat pelayanan, ditentukan melalui nilai probabilitas.

4 METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini. Teknik penelitian yang digunakan untuk menganalisis populasi atau sampel yang ada dikenal dengan pendekatan kuantitatif. Memanfaatkan data kuantitatif adalah penyelidikan ini. Penelitian ini merupakan bagian dari teknik penelitian terapan berdasarkan jenis penggunaan (*Applied Research*). Temuan yang berkaitan dengan aplikasi dan konsep teoretis tertentu menjadi fokus penelitian terapan.

4.2 Tahap Penelitian

4.2.1 Studi literature

Mempelajari hipotesis tentang pokok bahasan diskusi lapangan dalam buku, makalah penelitian sebelumnya, dan literatur *online* yang berkaitan dengan produktivitas peralatan penggalian dan pemuatan. dan faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat gali muat dalam upaya pencapaian target produksi batubara.

4.2.2 Pengambilan Data

Penulis menggunakan teknik pengumpulan informasi dan pengumpulan data tertentu. Penulis menggunakan pengumpulan data primer dan sekunder untuk mendapatkan data atau informasi. sekunder, yaitu perusahaan yang melakukan penelitian menyediakan data. Masalah tugas akhir ini diselesaikan dengan menggunakan dua informasi tersebut.

4.2.2.1 Pengambilan Data Primer

Data primer terdiri dari data yang diperlukan untuk proyek berupa *cycle time Excavator Doosan DX300* dan *Dump Truck Hino Ranger 500* untuk pengangkutan batubara di Gunung Selan PT Putra Maga Nanditama serta waktu kerja efektif operasi penambangan.

4.2.2.1.1 Pengambilan Data Waktu Edar (Cycle Time)

Pengambilan data waktu edar *cycle time* terbagi 2 yaitu :

4.2.2.1.1.1 Waktu edar alat gali muat

Data yang dibutuhkan sebagai berikut:

- *Digging time*
- *Swing loaded*
- *Dumping*
- *Swing empty*

4.2.2.1.1.2 Waktu edar alat angkut

Data yang dibutuhkan sebagai berikut:

- *Delay*
- *Manuver loading*
- *Loading*
- *Hauling*
- *Manuver dumping*
- *Dumping*
- *Return*

4.2.2.1.2 Waktu kerja efektif alat

waktu kerja efektif = jam kerja alat – hambatan kerja

4.2.2.2 Pengambilan Data Sekunder

4.2.2.2.1 Target Produksi Penambangan (Data Perusahaan)

4.2.2.2.2 Jam Jalan Aktual Alat Mekanis (Data Perusahaan)

4.2.2.2.3 Spesifikasi Alat

4.2.2.2.4 Jumlah Alat (Pengamatan Penulis)

4.2.2.2.5 Peta Lokasi Penambangan (Data Perusahaan)

5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Aktual

Untuk menentukan produktivitas alat gali muat dan alat angkut di PT Putra Maga Nanditama diperlukan data yaitu, waktu edar, pengamatan jam kerja, Efisiensi kerja alat, dan jumlah alat gali muat dan alat angkut di lapangan.

5.1.1.1 Waktu Edar (*Cycle Time*)

Dari hasil pengamatan penulis selama berada di lapangan, penulis mendapatkan *cycle time* rata-rata alat gali muat yaitu 20,64 detik dan *cycle time* rata-rata alat angkut yaitu 1451,46 detik

5.1.1.2 Pengamatan Jam Kerja

Jam kerja adalah waktu yang dilakukan seorang untuk melakukan suatu pekerjaan *digging*, *loading*, dan *hauling*.

Tabel 3. Jam Kerja yang ditetapkan PT. Putra Maga Nanditama

Jam kerja	Keterangan
07.00 - 07.30 19.00 - 19.30	Pengisian bahan bakar Pengecekan alat Pemindahan alat ke front Pemanasan alat
07.30 - 12.00 19.30 - 00.00	Operasi penambangan
12.00 - 13.00 00.00 - 01.00	Istirahat Salat Makan
13.00 - 19.00 01.00 - 07.00	Operasi penambangan

5.1.1.3 Efisiensi Kerja Alat

Setelah mendapatkan waktu kerja yang ditetapkan perusahaan dan waktu hambatan yang maka didapatkan waktu kerja efektif, waktu *repair*, waktu *standby* alat gali muat dan alat angkut sebagai berikut.

Tabel 4. Jam kerja alat gali muat *Excavator Doosan DX300*

Jenis alat	Waktu kerja efektif (W)	Waktu <i>repair</i> (R)	Waktu <i>Standby</i> (S)
Doosan DX300	417,98 jam	10 jam	232,02 jam

Tabel 5. Jam kerja alat muat *Dump Truck Hino Ranger 500*

Jenis alat	Waktu kerja efektif (W)	Waktu <i>repair</i> (R)	Waktu <i>Standby</i> (S)
Hino Ranger 500	422,98 jam	10 jam	227,02 jam

5.1.1.4 Jumlah Alat Gali Muat dan Alat Angkut di Lapangan

Tabel 6. Jumlah Alat Gali Muat Dan Alat Angkut di PT Putra Maga Nanditama

Nama Alat	Jumlah alat
Doosan DX300	1
Hino Ranger 500	5

5.1.1.5 Hasil Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

5.1.1.5.1 Kemampuan Produktivitas Alat Gali Muat Aktual

Berdasarkan hasil analisa kemampuan produktivitas alat mekanis aktual diatas dapat dilihat seperti Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Produktivitas

Nama Alat	Produktivitas (ton/jam)	Jam Kerja Efektif (jam/bulan)	Produktivitas (ton/bulan)	Unit	Produktivitas (ton/bulan)
Doosan DX300	154,79	417,98	64.699,12	1	64.699,12
Hino Ranger 500	22,36	422,98	9.457,83	5	47.289,15

5.1.1.5.2 Faktor yang Mempengaruhi Produksi Alat Mekanis

5.1.1.5.2.1 Waktu kerja efektif

Pada PT Putra Maga Nanditama waktu kerja sehari yang di rencanakan yaitu 11 jam, waktu 11 jam tersebut di lapangan juga ada hambatan-hambatan yang terkendala yang membuat tidak maksimalnya waktu tersebut.

5.1.1.5.2.2 Efisiensi kerja

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Efisiensi Kerja Alat

No	Nama Alat	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
1	Doosan DX300	97	98	64	63
2	Hino Ranger 500	97	98	65	64

5.1.1.5.2.3 Pola Pemuatan

PT Putra Maga Nanditama yang di gunakan yaitu pola pemuatan *Top Loading*. Pola pemuatan *Top Loading* adalah kedudukan alat muat (*excavator*) lebih tinggi dari alat angkut atau alat muat berada di atas tumpukan material atau berada di atas jenjang. Metode digunakan hanya pada alat muat *backhoe*. Dalam metode ini operator lebih leluasa/bebas untuk melihat *bucket* dan menempatkan material.

5.1.1.5.2.4 Swell Factor (SF)

Swell factor menunjukkan nilai perubahan penambahan ataupun pengurangan volume material (Batubara) yang telah digali ketentuan dari buku Yanto Indonesianto (2005), yaitu untuk batubara di dapatkan SF nya yaitu 72%.

5.1.1.5.2.5 Bucket Fill Factor (BFF)

$$\begin{aligned}
 BFF &= \frac{\text{Volume Bucket Aktual}}{\text{Volume Bucket Teori}} \times 100\% \\
 &= \frac{1,5m^3}{1,75m^3} \times 100\% \\
 &= 0,86 \times 100\% \\
 &= 86\%
 \end{aligned}$$

5.1.1.5.2.6 Jumlah Pengisian Bucket (n)

Berdasarkan pengamatan penulis sewaktu di lapangan di PT Putra Maga Nanditama untuk memenuhi 1 *vessel dumptruck*, perlu di lakukan 10 kali *digging* (pengisian).

5.2 Pembahasan

5.2.1 1. Produktivitas Alat Mekanis Aktual

Berdasarkan data hasil penelitian pada **Gambar 2** didapatkan bahwa hasil perhitungan produktivitas alat mekanis aktual pada proses *coal getting* pada bulan Agustus 2022 yaitu produktivitas *Excavator Doosan DX300* sebesar 154,79 ton/jam dan produktivitas *DT Hino Ranger 500* sebesar 22,36 ton/jam dengan jam kerja efektif masing-masing unit 417,98 jam/bulan dan 422,98 jam/bulan. Maka didapatkan hasil produksi 1 unit *Excavator Doosan DX300* sebesar 64.699,12 ton/bulan dan 5 unit *Hino Ranger 500* sebesar 47.289,15 ton/bulan menyatakan bahwa target produksi yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 48.000 ton/bulan tidak tercapai.

5.2.1.2 Analisis Keserasian kerja alat Mekanis Aktual (Match Factor)

Keserasian *Match Factor* pada PT Putra Maga Nanditama dengan menganalisa antara 1 unit alat gali muat *Doosan DX300* dengan 5 alat angkut *Hino Ranger 500* guna untuk mengetahui faktor kerja alat mekanis tersebut.

Keserasian kerja antara alat gali muat dan alat angkut dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

Jumlah Alat Angkut (Na) = 5 unit

Jumlah Alat Gali Muat (Nm) = 1 unit

Banyak Pengisian (n) = 10 pengisian

Waktu Edar Alat Gali Muat (Ctm) = 20,64 detik

Waktu Edar Alat Angkut (Cta) = 1451,46 detik

$$MF = \frac{(Na \times (CTm \times n))}{Nm \times CTA}$$

$$MF = \frac{(5 \times (20,64 \times 10))}{1 \times 1451,46}$$

$$MF = 0,7$$

Dari hasil analisa *Match Factor* di atas maka dapat diketahui bahwasannya MF nya 0,7 yang artinya alat angkut bekerja 100% sedangkan alat gali muat tidak maksimal bekerja 100%, sehingga terjadinya waktu tunggu bagi alat muat. Waktu tunggu alat gali muat dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti di bawah ini MF=1

$$MF = \frac{Na \times (N \times CTm)}{Nm \times CTA}$$

$$MF = \frac{5 \times (10 \times 20,64)}{1 \times CTA}$$

$$CTA = 1033,5 \text{ detik}$$

Waktu tunggu alat gali muat = Ctm aktual – Ctm MF=1
= 1451,46 detik – 1033,5 detik = 6,97 menit

Dari hasil analisa di atas dengan MF = 0,7 terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat terhadap alat angkut selama 6,97 menit.

5.2.1.3 Analisis Perbaikan Efisiensi Kerja Alat dan Produktivitas Alat Mekanis

Tabel 9. Rekapitulasi Perbaikan Efisiensi Kerja Alat

No	Nama Alat	Waktu Kerja Efektif (W)	Waktu Repair (R)	Waktu Standby (S)
1	Excavator Doosan DX300	487,98 jam	10 jam	162,02 jam
2	DT Hino Ranger 500	492,98 jam	10 jam	157,02 jam

No	Nama Alat	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
1	Doosan DX300	98	98	75	74
2	Hino Ranger 500	98	98	76	75

Berdasarkan pembahasan diatas dapat diperoleh produktivitas alat gali muat dan alat angkut setelah perbaikan yaitu seperti **Tabel 10** berikut ini.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Produktivitas setelah perbaikan

Nama Alat	Produktivitas (ton/jam)	Jam Kerja Efektif (jam/bulan)	Produktivitas (ton/bulan)	Unit	Produktivitas (ton/bulan)
Doosan DX300	181,82	487,98	88.724,52	1	88.724,52
Hino Ranger 500	26,198	492,98	12.915,09	5	64.575,45

6 SIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dan pembahasan dari bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- Dari hasil analisa perhitungan yang dilakukan, maka didapatkan produktivitas aktual pada proses *Coal Getting*, 1 unit *Excavator Doosan DX300* sebesar 154,79 ton/jam dan 5 unit *DT Hino Ranger 500* sebesar 111,8 ton/jam.
- Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat gali muat dan alat angkut didapatkan sebagai berikut:
 - Waktu kerja efektif yang didapatkan pada *Excavator Doosan DX300* yaitu 417,98 jam dan waktu kerja efektif *DT Hino Ranger 500* yaitu 422,98 jam
 - Efisiensi kerja *Excavator Doosan DX300* didapatkan 63% dan efisiensi kerja *DT Hino Ranger 500* yaitu 64%
 - Pola pemuatan yang biasa digunakan pada PT Putra Maga Nanditama yaitu *Top Loading*, yaitu kedudukan alat muat lebih tinggi dari alat angkut atau alat muat berada diatas tumpukan material.
 - Swell factor* yang digunakan pada PT Putra Maga Nanditama yaitu 72%
 - Nilai BFF pada penambangan di PT Putra Maga Nanditama yaitu 86%
 - Berdasarkan pengamatan penulis selama berada dilapangan untuk memenuhi 1 *vessel DT* perlu dilakukan 10 kali *digging* (pengisian)
- Setelah dilakukan analisis produktivitas setelah perbaikan didapatkan EU pada *Excavator Doosan*

DX300 yaitu 74% dan EU pada DT *Hino Ranger* 500 yaitu 75%. Maka didapatkan produktivitas 1 unit *Excavator Doosan DX300* sebesar 181,82 ton/jam dan 5 unit DT *Hino Ranger* 500 sebesar 130,99 ton/jam. Dengan diduplikasinya produktivitas setelah perbaikan dari alat mekanis yang bekerja, maka didapatkan produksi sebesar 64.575,45 ton/bulan yang menunjukkan sudah tercapainya target produksi di PT Putra Maga Nanditama sebesar 48.000 ton/bulan.

Ucapan Terima Kasih

Begitu besar syukur yang dihaturkan karena Allah SWT sudah memberikan ridho-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan artikel. Kepada seluruh pihak yang sudah terlibat dalam membantu selama ini, orang tua, adik, rekan kuliah, serta Bapak dan Ibu dosen teknik pertambangan UNP, diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Seluruh rangkaian penulisan artikel ini tidak berhasil tanpa kontribusi dari semua pihak yang sudah membantu.

Referensi

- [1] Anisari, R. (2012). "Keserasian Alat Muat dan Angkut untuk Ketercapaian Target Produksi Pengupasan Batuan Penutup pada PT Unirich Mega Persada Site Hajak Kabupaten Barito Utara Kalimantan Tengah". *Jurnal Intekna*. 5(1): 23-28.
- [2] Adam, Everett E Jr and Ebert Ronald J. 1992. *Production and Operation Management* 5th edition. Englewood Cliff New Jersey: Practice Hall Inc.
- [3] Alifa, A., Gusman, M., & Prabowo, H. (2018). Optimasi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Terhadap Produksi Batubara Dengan Metode Kapasitas Produksi Dan Metode Teori Antrian Pada Pit Taman Periode Oktober 2016 Unit Pertambangan Tanjung Enim Pt. Bukit Asam (Persero) Tbk. *Bina Tambang*, 3(2), 807-818.
- [4] Ardianti, N. A., & Prabowo, H. (2020). Estimasi Biaya dan Evaluasi Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut Terhadap Efisiensi Penambangan Batubara pada Tambang Terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya, Sawahlunto. *Bina Tambang*, 5(2), 22-31.
- [5] Cacceta, L & Burt, C. (2013). *Equipment Selection for Surface Mining : A Review*. *Journal Interface*. 44 (2): 143-162.
- [6] Erwanda, dkk.(2021) berjudul "Optimization of Heavy Equipment Costs in Coal Mining Overburden Production Using Match Factor and Linear Programming. *Advances in Engineering Research*, volume 210.
- [7] Fernandes, Rico, & Yulhendra, Dedi. (2021). Optimalisasi Produksi Batubara Pada Proses Coal Getting di Pit 3 PT. Jambi Prima Coal, Kecamatan Mandiangin, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Padang: UNP. Diakses dari: <http://103.216.87.80/index.php/mining/article/view/112518/105114>
- [8] Handayani, J., & Saldy, T. G. (2022). Studi Optimasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Menggunakan Metode Match Factor Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Eagle 3 PT. Bumi Karya Makmur, Job Site PT. IPC, Bantuas, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. *Bina Tambang*, 7(3), 1-13.
- [9] Hidayat, S. (1986). Efektifitas Sarana Komunikasi Pendidikan Yang Digunakan Terhadap Beberapa Aspek Kegiatan Belajar Mahasiswa FISIP UNAIR.
- [10] Indonesianto, Y. (2005). *Pemindahan tanah mekanis II-1: Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta*.
- [11] Indonesianto, Y. (2014). *Manajemen Tambang*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- [12] Iranda, E., & Saldy, T. G. (2021). Evaluasi Kinerja Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi 25.000 Ton/Bulan Pada Penambangan Batu Kapur PT. Bakapindo Di Jorong Durian, Kenagarian Kamang, Kecamatan Kamang Magek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 6(5), 257-266.
- [13] Isgienda, F., Sumarya, S., & Prabowo, H. (2018). Evaluasi Biaya Dan Kebutuhan Alat Angkut Dan Alat Muat Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden) Pit B PT. Bina Bara Sejahtera Kecamatan Ulok Kupai, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. *Bina Tambang*, 3(3), 1255-1261.
- [14] Komatsu Ltd. (2007). "Specification and Application Handbook, 28 th Edition". Japan: Komatsu, Ltd
- [15] Kurniansyah, F., & Saldy, T. G. (2022). analisis ketercapaian produktivitas Bauxite Ore Getting terhadap produktivitas Bauxite Processing Plant PT. Jaga Usaha Sandai (PT. JUS) site sandai, Kecamatan Sandai, Kab Ketapang, Kalimantan Barat. *Bina Tambang*, 7(2), 82-90.
- [16] Kurniawan, R., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2015). Rancangan Pit Muara Tiga Besar Selatan Bulan Juni Tahun 2015 Unit Penambangan Tanjung Enim Pt Bukit Asam (Persero) Tbk Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 2(1), 202-216.
- [17] Markah, R., Kopa, R., Saldy, T. G., & Anarta, R. (2022). Evaluasi Geometri Jalan Angkut Komatsu HD785-7 Dari PNB 4 Ke Crusher 6 Tambang Batu Kapur PT. Semen Padang. *Bina Tambang*, 7(3), 77-86.
- [18] Nabar, D. (1998). *Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- [19] Nurhakim. 2004. *Buku Panduan Kuliah Lapangan II Edisi Ke-2*. Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Banjarbaru.
- [20] Partanto, Prodjosumarto. 1996. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [21] Pasch, O., & Uludag, S. (2018). Optimization of the load-and-haul operation at an open cast colliery.

International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 10, Issue 06.

- [22] Prodjosumarto, P. (2000). Tambang Terbuka. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Ilmu Kebumihan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [23] Rifa'i, F. A., & Prabowo, H. (2021). Analisis Investasi Pengadaan Alat Gali Muat dan Alat Angkut PT. Benal Aiti Bara Perkasa Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. Bina Tambang, 6(5), 232-241.
- [24] Rochmanhadi, I., & Sc, M. (1992). Alat-Alat Berat dan Penggunaannya. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta, 156.
- [25] Saldy, T. G. (2020). Peningkatan Produktivitas Alat Muat (EX-1770) untuk Percepatan Pengalihan Sungai Tungkal PT XYZ Site AAA dengan Pendekatan Quality Control Circle. Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri, 20(01), 71-76.
- [26] Sumarya, 2009. Bahan Ajar Peralatan Tambang. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [27] Wisma Hidayat, Rijal Abdullah, & Murad. (2018). Evaluasi Waktu Kerja Efektif Alat Gali Muat Dalam Rangka Meningkatkan Pendapatan Dari Harga Penjualan Batubara Pada Pt. Britmindo Site Bukuan, Kecamatan Palaran, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Padang: Universitas Negeri Padang. Diakses dari:
<http://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/issue/view/939>