

Komparasi optimalisasi peralatan mekanis pada kegiatan pengupasan overburden menggunakan metode kapasitas produksi dan metode *overall equipment effectiveness* (OEE)

Hisni Rahmi^{1)*} Afni Nelvi²⁾

Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka No.121, Parupuk Tabin, Kec. Koto Tangah, Padang, Indonesia.

hisnirahmi@gmail.com*

*Penulis Koresponden

ABSTRAK

Target produksi perusahaan dalam pengupasan overburden adalah 200 BCM /jam, sementara aktual di lapangan masih di bawah target produksi. Oleh karena itu perlu dilakukan optimalisasi produksi dengan menggunakan teori antrian. Teori antrian merupakan metode yang dapat digunakan untuk memperhitungkan dan memodelkan perilaku truk dan loader di tambang terbuka agar kegiatan pemuatan berlangsung dengan lebih baik. Tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan produktivitas alat gali muat dan alat angkut menggunakan metode . Data yang primer yang dibutuhkan data waktu edar gali muat, waktu edar alat angkut, waktu *repair*, waktu *standby* waktu kerja. Data sekunder yang dibutuhkan berupa waktu kerja tersedia perusahaan. Hasil penelitian menghasilkan produktivitas aktual *excavator* adalah 140,59 BCM/jam dengan metode kapasitas produksi dan 106,68 BCM/jam dengan menggunakan metode OEE, sedangkan dan *dumptruck* adalah 135,33 BCM/jam dengan metode kapasitas produksi dan 161,78 BCM/jam dengan menggunakan metode OEE dimana belum memenuhi target produksi. Produktivitas setelah dioptimalisasi untuk alat gali muat *excavator* meningkat 52,74% menjadi 297,49 BCM/jam dengan metode kapasitas produksi dan meningkat 58,85% menjadi 259,24 BCM/jam dengan menggunakan metode OEE, sedangkan produktivitas *dumptruck* meningkat 36,85% menjadi 214,31 BCM/jam dengan metode kapasitas produksi dan meningkat 22,47% menjadi 208,68 BCM/jam dengan menggunakan metode OEE dimana telah memenuhi target produksi.

Kata kunci: optimalisasi, alat mekanis, pengupasan overburden, teori antrian

ABSTRACT

The company's production target in overburden stripping is 200 BCM/hour, while the actual in the field is still below the production target. Therefore, it is necessary to optimize production using queuing theory. Queuing theory is a method that can be used to calculate and model the behavior of trucks and loaders in open pits so that loading activities take place better. The purpose of this research is to optimize the productivity of digging and loading equipment using queuing theory. The primary data needed is the loading and unloading cycle time, transportation equipment cycle time, repair time, standby time, working time. Secondary data needed in the form of available working time by the company. The results of the study resulted in the actual productivity of the excavator is 140.59 BCM/hour with the production capacity method and 106.68 BCM/hour using the OEE method, while the dumptruck is 135.33 BCM / hour with the production capacity method and 161.78 BCM/hour using the OEE method where it has not met the production target. Productivity after being optimized for excavator loading and unloading equipment increased by 52.74% to 297.49 BCM / hour using the production capacity method and increased by 58.85% to 259.24 BCM / hour using the OEE method, while dumptruck productivity increased by 36.85% to 214.31 BCM / hour with the production capacity method and increased by 22.47% to 208.68 BCM / hour using the OEE method which has met the production target.

Keywords: optimization, mechanical tools, overburden stripping, queuing theory

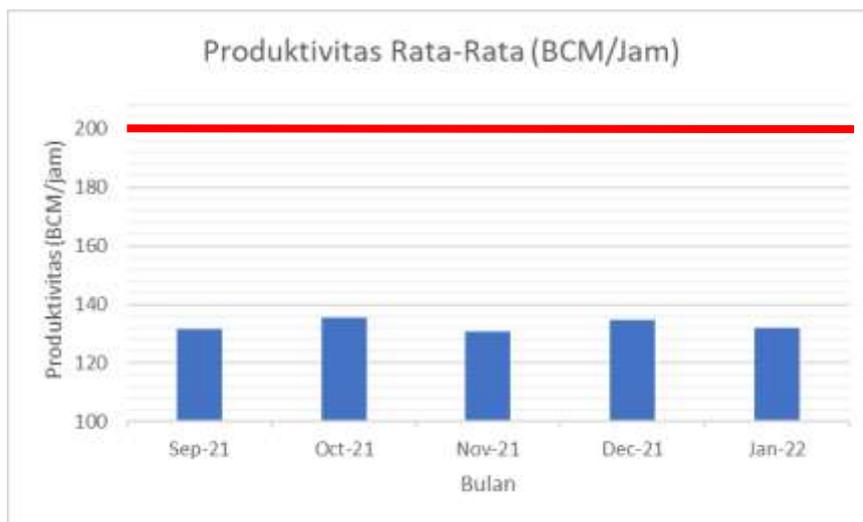
diunggah : Oktober 2022, direvisi : Desember 2022, diterima : Desember 2022, dipublikasi : Desember 2022

Copyright (c) 2022 Hisni Rahmi, Afni Nelvi

This is an open access article under the CC-BY license

PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan open pit batubara meliputi kegiatan pembersihan lahan, pengupasan topsoil dan *overburden*, pengambilan batubara, pemuatan, pengangkutan, serta kegiatan pendukung lainnya (Sefrizni & Kasim, 2018). Alat mekanis pada kegiatan penambangan merupakan sarana yang penting dalam mencapai target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. PT. Samantaka Batubara pada Pit M5 memiliki 2 fleet dimana terdapat 2 unit *excavator* komatsu PC 400 dan 10 unit *dump truck* nissan CWB, pada Pit M5 ini *dump truck* lebih sering menunggu *excavator* komatsu PC 400 datang untuk melakukan proses pemuatan *overburden*. Target produksi perusahaan adalah 200 BCM/jam sementara aktual di lapangan tidak mencapai target tersebut, seperti disajikan pada gambar 1 di bawah. Belum tercapainya target produksi yang telah ditetapkan perusahaan disebabkan oleh sistem kerja alat mekanis yang belum efisien, kondisi jalan angkut, pola pemuatan, keserasian alat gali muat dan angkut (Hidayati et al., 2021).



Gambar 1. Produktivitas rata-rata pengupasan *overburden*

Hasil observasi terlihat bahwa adanya antrian dumptruk dalam memuat material *overburden*. Berdasarkan hal tersebut maka optimalisasi yang dapat dilakukan agar dapat mencapai target produksi adalah dengan menggunakan metode kapasitas produksi dan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah suatu metode yang digunakan untuk melihat tingkat produktivitas mesin atau peralatan dengan menghapuskan *Six Big Losses* peralatan (Nurwulan & Fikri, 2020; Putri & Gusman, 2018). Berdasarkan penelitian terdahulu Optimasi dengan metode OEE (*overall equipment effectiveness*) pada kegiatan pengupasan *overburden* di tambang batubara (Nurwulan & Fikri, 2020; Nuryono, 2018; Putri & Gusman, 2018; Rija & Anaperta, 2020), penambangan batubara (Sosantri et al., 2018), produksi *fertilizer* (Tobe et al., 2018), manufaktur (Yazdi et al., 2018) mampu meningkatkan produktivitas peralatan. Oleh karena itu digunakanlah metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan kapasitas produksi dalam mengoptimalkan produktivitas dari alat gali muat pada perusahaan ini agar dapat mencapai target produksi.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah suatu metode yang digunakan untuk melihat tingkat produktivitas mesin atau peralatan dengan menghapuskan *Six Big Losses* peralatan (Nurwulan & Fikri, 2020; Putri & Gusman, 2018). Dasar OEE terdiri dari tiga faktor yaitu *availability*, *performance* dan *rate of quality* (Dewi & Rinawati, 2015). Faktor yang akan dihitung pada komponen OEE (Mohammadi et al., 2017) :

a. *Availability Factor (A)*

Faktor ketersediaan dikaitkan dengan pengoperasian peralatan atau sistem.

$$A = \frac{AT}{TT} \quad (1)$$

Keterangan:

AT = *Available time*

TT = *Total calender Time*

b. *Utilization factor (U)*

Faktor pemanfaatan menandakan penggunaan produktif dari jam yang tersedia.

$$U = \frac{UT}{AT} \quad (2)$$

Keterangan:

UT = *utilization time*

AT = *available time*

c. *Speed factor (S)*

Faktor kecepatan adalah rasio waktu siklus yang direncanakan dari peralatan dengan waktu siklus yang sebenarnya.

$$S = \frac{ctp}{cta} \quad (3)$$

Keterangan:

Ctp = *planned cycle time*

Cta = *actual cycle time*

d. *Bucket factor (B)*

Faktor ini menandakan penggunaan kapasitas bucket yang produktif yang menyatakan rasio kuantitas aktual material yang dimuat oleh *bucket (bucket payload)* sehubungan dengan output yang direncanakan per siklus.

$$B = \frac{Oac}{Opc} \quad (4)$$

Keterangan:

Oac = aktual material yang dimuat oleh *bucket (bucket payload)*

Opc = *output* yang direncanakan per siklus.

Nilai OEE peralatan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$OEE = A \times U \times S \times B \quad (5)$$

Perhitungan produktivitas menggunakan persamaan di bawah ini.

a. *Alat gali-muat*

Persamaan yang digunakan untuk kapasitas produksi alat gali-muat adalah (Frediana & Ansosry, 2019):

$$Q = \frac{q \times 3600 \times Ek}{CT} \times SF \quad (6)$$

$$q = q1 \times K \quad (7)$$

Keterangan:

Q = produktivitas alat (bcm/jam)

q = produktivitas per cycle (m³)

q1 = kapasitas *bucket* (m³)

K = fill factor (%)

Ek = efisiensi kerja (%)

SF = *Swell factor* (%)

CT = *cycle time* (s)

b. Alat angkut

Persamaan yang digunakan untuk kapasitas produksi alat gali-muat adalah (Frediana & Ansosry, 2019):

$$Q = \frac{q \times 3600 \times Ek}{CT} \times SF \quad (8)$$

$$q = n \times q1 \times K \quad (9)$$

Keterangan:

Q = produktivitas alat (bcm/jam)

q = produktivitas per *cycle* (m³)

q1 = kapasitas *bucket* (m³)

n = jumlah pengisian

K = *fill factor* (%)

Ek = efisiensi kerja (%)

SF = *Swell factor* (%)

CT = *cycle time* (s)

METODE

Penelitian tergolong jenis penelitian terapan, dimana teknik penyelidikan yang melibatkan pemecahan masalah dengan menerapkan metodologi empiris ke suatu objek, bidang studi, atau subjek penelitian. Penelitian ini menerapkan metode OEE dalam memecahkan permasalahan berupa tidak tercapainya target produksi pengupasan *overburden*. Penelitian dilakukan di fleet 1 PT Samantaka Batubara yang berlokasi di di Desa Pauh Ranap Kecamatan Peranap Kabupaten. Indragiri hulu, Provinsi Riau. Data yang primer yang dibutuhkan data waktu edar gali muat, waktu edar alat angkut, waktu repair, waktu standby waktu kerja. Data sekunder yang dibutuhkan berupa waktu kerja tersedia perusahaan. Teknik pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan (1) – (9). Selanjutnya di analisis dengan membandingkan antara hasil pengolahan data dengan target produksi perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode kapasitas produksi

Metode produksi merupakan salah satu metode perhitungan untuk mengetahui besar produksi pada setiap peralatan mekanis (Pradana et al., 2020). Perhitungan metode kapasitas produksi sebagai berikut.

A. Produktivitas aktual

a. Alat gali-muat *Excavator Komatsu PC 400*

Diketahui:

$$q1 \text{ (kapasitas bucket)} = 2,6 \text{ m}^3$$

$$K \text{ (fill factor)} = 83,5 \%$$

$$Ek = 46,77 \%$$

$$CT = 22,1 \text{ detik}$$

Perhitungan menggunakan persamaan berikut [2]:

$$q = q1 \times K$$

$$q = 2,6 \times 83,5 \%$$

$$q = 2,171$$

$$Q = \frac{q \times 3600 \times Ek \times SF}{CT}$$

$$Q = \frac{2,171 \times 3600 \times 46,7\% \times 0,85}{22,1}$$

$$Q = 140,59 \text{ BCM/jam}$$

b. Alat angkut *dump truck Nissan Cwb*

Diketahui:

- n (jumlah pengisian) = 5 kali
- q1 (kapasitas bucket) = 2,6 m³
- K (*fill factor*) = 83,5 %
- Ek = 36,25 %
- CT = 444,85 detik

Perhitungan menggunakan persamaan berikut (Frediana & Ansosry, 2019):

$$q = n \times q1 \times K$$

$$q = 5 \times 2,6 \times 83,5 \%$$

$$q = 10,855$$

$$Q = \frac{q \times 3600 \times Ek \times SF}{CT}$$

$$Q = \frac{10,855 \times 3600 \times 36,25\% \times 0,85}{444,85}$$

$$Q = 27,07 \text{ BCM/jam}$$

Maka untuk prduktivitas 5 unit alat angkut adalah

$$Q = 27,07 \frac{\text{BCM}}{\text{jam}} \times 5 \text{ truk}$$

$$Q = 135,33 \text{ BCM/jam}$$

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa nilai produktivitas dari 5 *dumprtruck* belum memenuhi target produksi sebanyak 200 BCM/jam.

B. Produktivitas setelah perbaikan

Optimalisasi dapat dilakukan dengan metode kapasitas produksi dengan cara menengurangi waktu hambatan.

Tabel 1. Perbaikan waktu hambatan

Uraian	Sebelum perbaikan		Sesudah perbaikan	
	<i>Excavator</i>	<i>Dumprtruck</i>	<i>Excavator</i>	<i>Dumprtruck</i>
<i>standby time</i> (jam)	2	6	0.5	2
<i>repair time</i> (jam)	3.5	1	2	1
Total waktu hambatan (jam/hari)	5.5	7	2.5	3

Setelah perbaikan maka terjadi peningkatan nilai efisiensi peralatan dari yang sebelumnya 46,77% untuk alat gali muat (*excavator*) dan 36,25% untuk alat angkut (*dumprtruck*) menjadi 73,88% % untuk alat gali muat (*excavator*) dan 36,25% untuk alat angkut (*dumprtruck*) 68,93%, seperti disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Ketersediaan alat dan efisiensi kerja alat sebelum dan setelah perbaikan

Deskripsi	<i>excavator</i>		<i>dumprtruck</i>	
	sebelum	setelah	sebelum	setelah
MA (<i>Mechanical Availability</i>)	78.13	88.57	91.67	93.75
UA (<i>Use of Utilization</i>)	86.21	96.88	64.71	88.24
PA (<i>Physicall Availability</i>)	80.56	88.89	94.44	94.44
EU (<i>Effective Utilization</i>)	69.44	86.11	61.11	83.33
EOPT (Efisiensi)	46.77	73.89	36.25	68.93

a. Alat gali-muat *Excavator Komatsu PC 400*

Diketahui:

- q1 (kapasitas *bucket*) = 2,6 m³
- K (*fill factor*) = 83,5 %
- Ek = 73,89 %

$$CT = 22,1 \text{ detik}$$

Perhitungan menggunakan persamaan berikut [2]:

$$q = q1 \times K$$

$$q = 2,6 \times 83,5 \%$$

$$q = 2,171$$

$$Q = \frac{q \times 3600 \times Ek \times SF}{CT}$$

$$Q = \frac{2,171 \times 3600 \times 73,89\% \times 0,85}{20}$$

$$Q = 214,32 \text{ BCM/jam}$$

b. Alat angkut *dump truck* Nissan Cwb

Diketahui:

$$n \text{ (jumlah pengisian)} = 5 \text{ kali}$$

$$q1 \text{ (kapasitas bucket)} = 2,6 \text{ m}^3$$

$$K \text{ (fill factor)} = 83,5 \%$$

$$Ek = 68,93 \%$$

$$CT = 6,41 \text{ menit}$$

Perhitungan menggunakan persamaan berikut (Frediana & Ansosry, 2019):

$$q = n \times q1 \times K$$

$$q = 5 \times 2,6 \times 83,5 \%$$

$$q = 10,855$$

$$Q = \frac{q \times 60 \times Ek \times SF}{CT}$$

$$Q = \frac{10,855 \times 3600 \times 68,93\% \times 0,85}{6,41}$$

$$Q = 59,50 \text{ BCM/jam}$$

Maka untuk produktivitas 5 unit alat angkut adalah

$$Q = 59,50 \frac{\text{BCM}}{\text{jam}} \times 5 \text{ truk}$$

$$Q = 297,49 \text{ BCM/jam}$$

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa nilai produktivitas dari 5 *dumptruck* telah memenuhi target produksi sebanyak 200 BCM/jam.

Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan ukuran menyeluruh mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dan kinerja secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan produktivitas maupun efisiensi mesin/peralatannya. Berikut merupakan perhitungan nilai OEE pada alat muat dan alat angkut.

A. Sebelum Perbaikan (dalam kondisi aktual)

a. Alat muat *Excavator* Komatsu PC 400

1) *Availability Factor* (A)

Perhitungan *availability factor* untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{AT}{TT}$$

$$A = \frac{452 \text{ jam/bulan}}{720 \text{ jam/bulan}}$$

$$A = 0,628$$

2) *Utilization Factor* (U)

Perhitungan *utilization factor* untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$U = \frac{UT}{AT}$$

$$U = \frac{320 \text{ jam/bulan}}{452 \text{ jam/bulan}}$$

$$U = 0,708$$

3) *Speed Factor (S)*

Perhitungan *speed factor* untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$S = \frac{CTp}{CTa}$$

$$S = \frac{15 \text{ detik}}{22,1 \text{ detik}}$$

$$S = 0,6787$$

4) *Bucket Fill Factor (B)*

Perhitungan *bucket fill factor* untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$B = \frac{Oac}{Opc}$$

$$B = \frac{2,6}{2,6}$$

$$B = 1$$

5) *OEE of Equipment*

Perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$OEE = A \times U \times S \times B$$

$$= 0,628 \times 0,708 \times 0,6787 \times 1$$

$$= 0,3016$$

6) *Output Produksi*

Untuk menghitung produksi pada waktu tertentu dapat digunakan rumus:

$$Op = Opc \times UT \times \frac{3600}{CTa} \times OEE$$

Perhitungan *output* produksi untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$Op = 2,6 \times 320 \times \frac{3600}{22,1} \times 0,3016$$

$$Op = 40.883,68 \times \text{Swell Factor}$$

$$Op = 40.883,68 \times 0,85$$

$$Op = 34.137,88 \text{ BCM/bulan}$$

$$Op = 106,68 \text{ BCM/jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan produksi menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) untuk satu alat muat *Excavator* Komatsu PC 400 adalah 106,68 BCM/jam, artinya belum memenuhi target sebesar 200 BCM/jam.

b. Alat angkut *dump truck* Nissan Cwb

1) *Availability Factor (A)*

Perhitungan *availability factor* untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{AT}{TT}$$

$$A = \frac{452 \text{ jam/bulan}}{720 \text{ jam/bulan}}$$

$$A = 0,628$$

2) *Utilization Factor (U)*

Perhitungan *utilization factor* untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$U = \frac{UT}{AT}$$

$$U = \frac{284 \text{ jam/bulan}}{452 \text{ jam/bulan}}$$

$$U = 0,628$$

3) *Speed Factor (S)*

Perhitungan *speed factor* untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$S = \frac{CTp}{CTa}$$

$$S = \frac{4,5 \text{ menit}}{7,414 \text{ menit}}$$

$$S = 0,60695$$

4) *Bucket Fill Factor (B)*

Perhitungan *bucket fill factor* untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$B = \frac{Oac}{Opc}$$

$$B = \frac{20}{20}$$

$$B = 1$$

5) *OEE of Equipment*

Perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$OEE = A \times U \times S \times B$$

$$= 0,627 \times 0,628 \times 0,60695 \times 1$$

$$= 0,239$$

6) *Output Produksi*

Untuk menghitung produksi pada waktu tertentu dapat digunakan rumus:

$$Op = Opc \times TT \times \frac{60}{CTa} \times OEE$$

Perhitungan *output* produksi untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$Op = 20 \times 284 \times \frac{60}{7,414} \times 0,239$$

$$Op = 11.005,7 \times \text{Swell Factor}$$

$$Op = 11.005,7 \times 0,85$$

$$Op = 9.189,23 \text{ BCM/bulan}$$

$$Op = 32,36 \text{ BCM/jam}$$

Menurut hasil perhitungan produksi menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) untuk satu alat angkut *dump truck* Nissan Cwb adalah 32,36 BCM/jam. Maka, untuk 5 alat angkut *dump truck* Nissan Cwb adalah 161,78 BCM/jam (belum memenuhi target sebesar 200 BCM/jam).

B. Setelah Perbaikan

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di lapangan diketahui bahwa terjadinya nilai OEE yang cukup rendah dan menyebabkan ketidaktercapaian target produksi per jam nya dari alat gali muat dan alat angkut karena adanya waktu hambatan yang cukup besar. Oleh karena itu dengan asumsi bahwa dapat dihilangkan waktu hambatan yang dapat dihindari, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dari peralatan mekanis. Berikut dijabarkan perhitungannya.

a. Alat muat *Excavator* Komatsu PC 400

1) *Availability Factor (A)*

Perhitungan *availability factor* untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{AT}{TT}$$

$$A = \frac{452 \text{ jam/bulan}}{720 \text{ jam/bulan}}$$

$$A = 0,628$$

2) *Utilization Factor (U)*

Perhitungan *utilization factor* untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$U = \frac{UT}{AT}$$

$$U = \frac{392 \text{ jam/bulan}}{452 \text{ jam/bulan}}$$

$$U = 0,867$$

3) *Speed Factor (S)*

Perhitungan *speed factor* untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$S = \frac{CTp}{CTa}$$

$$S = \frac{20 \text{ detik}}{22,1 \text{ detik}}$$

$$S = 0,904$$

4) *Bucket Fill Factor (B)*

Perhitungan *bucket fill factor* untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$B = \frac{Oac}{Opc}$$

$$B = \frac{2,6}{2,66}$$

$$B = 1$$

5) *OEE of Equipment*

Perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} OEE &= A \times U \times S \times B \\ &= 0,628 \times 0,867 \times 0,904 \times 1 \\ &= 0,493 \end{aligned}$$

6) *Output Produksi*

Untuk menghitung produksi pada waktu tertentu dapat digunakan rumus:

$$Op = Opc \times UT \times \frac{3600}{CTa} \times OEE$$

Perhitungan *output* produksi untuk alat muat adalah sebagai berikut:

$$Op = 2,6 \times 392 \times \frac{3600}{22,1} \times 0,493$$

$$Op = 81.801,44 \text{ BCM/bulan}$$

$$Op = 208,68 \text{ BCM/jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan produksi menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) untuk satu alat muat *Excavator Komatsu PC 400* adalah 206,68 BCM/jam, artinya sudah memenuhi target sebesar 200 BCM/jam.

b. Alat angkut *dump truck* Nissan Cwb

1) *Availability Factor (A)*

Perhitungan *availability factor* untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{AT}{TT}$$

$$A = \frac{452 \text{ jam/bulan}}{720 \text{ jam/bulan}}$$

$$A = 0,627$$

2) *Utilization Factor (U)*

Perhitungan *utilization factor* untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$U = \frac{UT}{AT}$$

$$U = \frac{380 \text{ jam/bulan}}{452 \text{ jam/bulan}}$$

$$U = 0,84$$

3) *Speed Factor (S)*

Perhitungan *speed factor* untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$S = \frac{CTp}{CTa}$$

$$S = \frac{4,5 \text{ menit}}{7,414 \text{ menit}}$$

$$S = 0,60695$$

4) *Bucket Fill Factor (B)*

Perhitungan *bucket fill factor* untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$B = \frac{Oac}{Opc}$$

$$B = \frac{20}{20}$$

$$B = 1$$

5) *OEE of Equipment*

Perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} OEE &= A \times U \times S \times B \\ &= 0,627 \times 0,84 \times 0,60695 \times 1 \\ &= 0,320 \end{aligned}$$

6) *Output Produksi*

Untuk menghitung produksi pada waktu tertentu dapat digunakan rumus:

$$Op = Opc \times TT \times \frac{60}{CTa} \times OEE$$

Perhitungan *output* produksi untuk alat angkut adalah sebagai berikut:

$$Op = 20 \times 380 \times \frac{60}{7,414} \times 0,320$$

$$Op = 19.702,59 \text{ BCM/bulan}$$

$$Op = 51,85 \text{ BCM/jam}$$

Menurut hasil perhitungan produksi menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) untuk satu alat angkut *dump truck* Nissan Cwb adalah 51,85 BCM/jam. Maka, untuk 5 alat angkut *dump truck* Nissan Cwb adalah 259,24 BCM/jam (sudah memenuhi target sebesar 200 BCM/jam).



Gambar 2. Produktivitas sebelum dan sesudah perbaikan

Gambar 2 di atas menunjukkan produktivitas sebelum dan sesudah perbaikan yang dihitung dengan menggunakan metode kapasitas produksi dan metode OEE untuk alat gali muat (*excavator*) dan alat angkut (*dumptruck*). Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa produktivitas per jam nya belum memenuhi target produksi yang telah ditetapkan perusahaan yaitu 200 BCM/jam. Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa produktivitas setelah perbaikan yang dihitung dengan menggunakan metode kapasitas produksi dan metode OEE untuk alat gali muat (*excavator*), telah memenuhi target produksi yang telah ditetapkan perusahaan yaitu 200 BCM/jam.

SIMPULAN

1. Produktivitas aktual *excavator* adalah 140,59 BCM/jam dengan metode kapasitas produksi dan 106,68 BCM/jam dengan menggunakan metode OEE, sedangkan dan *dumptruck* adalah 135,33 BCM/jam dengan metode kapasitas produksi dan 161,78 BCM/jam dengan menggunakan metode OEE dimana belum memenuhi target produksi.
2. Produktivitas setelah dioptimalisasi untuk alat gali muat *excavator* adalah 297,49 BCM/jam dengan metode kapasitas produksi dan 259,24 BCM/jam dengan menggunakan metode OEE, sedangkan dan *dumptruck* adalah 214,31 BCM/jam dengan metode kapasitas produksi dan 208,68 BCM/jam dengan menggunakan metode OEE dimana telah memenuhi target produksi.
3. Optimalisasi yang dilakukan dengan cara mengurangi waktu hambatan (waktu *repair* dan waktu *standby*) sehingga ketersediaan alat meningkat dan produktivitas dapat tercapai, baik menggunakan perhitungan metode kapasitas produksi maupun metode OEE.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, N. C., & Rinawati, D. I. (2015). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses Mesin Cavitec PT Essentra Surabaya (Studi Kasus PT Essentra). *Industrial Engineering Online Journal*, 4(4), 17.
- Frediana, Y., & Ansosry. (2019). Optimalisasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden dengan Menggunakan Metode Antrian dan Kapasitas Produksi di Pit 3 PT . Jambi Prima Coal , Kecamatan Mandiangin , Kabupaten. *Jurnal Bina Tambang*, 6(2), 157–172.
- Hidayati, A. P. D., Permana, I. S., & Oktavia, M. (2021). Optimasi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Menggunakan Metode Teori Antrian Dan Kapasitas Produksi Pada Kegiatan Coal Getting Di Pt Natural Artha Resource. *Mine Magazine (MineMagz)*, 2(1).
- Mohammadi, M., Rai, P., & Gupta, S. (2017). Performance evaluation of bucket based excavating, loading and transport (BELT) equipment - An OEE approach. *Archives of Mining Sciences*, 62(1), 105–120. <https://doi.org/10.1515/amsc-2017-0008>
- Nurwulan, N. R., & Fikri, D. K. (2020). Analisis Produktivitas dengan Metode OEE dan Six Big Losses : Studi Kasus di Tambang Batu Bara. *IKRA-ITH EKONOMIKA*, 3(3), 30–35.
- Nuryono, A. (2018). Analisis Efektifitas Kinerja Excavator Pada Aktifitas Ob Removal Penambangan Batubara. *Journal Industrial Manufacturing*, 3(2), 79–88.
- Pradana, S. Y., Oktafianto, K., & Nuruddin, A. W. (2020). Optimasi Dump Truck Dengan Metode Kapasitas Produksi Dan Teori Antrian Pada Tambang Batu Kapur Di PT . Bio Alam Indonesia Persada. *Jurnal Matematika*, 02(02), 52–58.
- Putri, N. A., & Gusman, M. (2018). Optimalisasi Produksi Shovel Komatsu 3000E-6 dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Pengupasan Lapisan Overburden di Pit 2 Tambang Banko Barat PT . Bukit Asam (Persero) Tbk. *Jurnal Bina Tambang*, 3(3), 1300–1309.
- Rija, S., & Anaperta, Y. M. (2020). Optimalisasi Peralatan Tambang dengan Metoda Overall Equipment Effectiveness (OEE) untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan Overbuden Bulan Agustus 2019 di Pit 1 Utara Bangko Barat PT. Satria Bahana Sarana Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 5(3), 102–110.
- Sefrizni, A., & Kasim, T. (2018). Analisis Kebutuhan Alat Gali Muat dan Alat Angkut Menggunakan Simulasi Teori Antrian Pada Produksi Overburden di PT Haswi Kencana Indah Kecamatan Sumay, Kabupaten Tebo ProvinsiJambi. *Jurnal Bina Tambang*, 4(3),

260–270.

- Sosantri, B. J., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2018). Optimalisasi Peralatan Tambang dengan Metoda Overall Equipment Effectiveness (OEE) di Pit 1 Penambangan Batubara Banko Barat PT Bukit Asam (Persero Terbuka) Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, 3 (2), 1–20.
- Tobe, A. Y., Widhiyanuriyawan, D., & Yuliati, L. (2018). The Integration of Overall Equipment Effectiveness (Oee) Method and Lean Manufacturing Concept To Improve Production Performance (Case Study: Fertilizer Producer). *Journal of Engineering And Management In Industrial System*, 5(2), 102–108. <https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2017.005.02.7>
- Yazdi, P. G., Azizi, A., & Hashemipour, M. (2018). An Empirical Investigation of the Relationship between Overall Equipment Efficiency (OEE) and Manufacturing Sustainability in Industry 4.0 with Time Study Approach. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093031>