

Analisis Kinerja Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi 20.000 Ton/Bulan Pada Penambangan Batu Kapur Di PT. Anugrah Halaban Sepakat, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat

Widi Trihadma Efendi ^{1*}, Mulya Gusman ^{1**}

¹Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*wtrihadma@gmail.com

**mulyagusman@ft.unp.ac.id

Abstract. *PT. Anugrah Halaban Sepakat is a limestone mining company which is located in Laharkumbuh, fifty cities. In its mining activities, the digging and loading equipment used by PT. Anugrah Halaban agreed is 1 unit of Volvo Pc 200 Excavator and 2 units of Mitsubishi Colt Diesel 125 Ps Dump Truck. PT. Anugrah Halaban Agreed in area 1a set a limestone production target of 20,000 tons / month, while the realization of limestone production in October was 11,067 tons. From the realization data, it can be concluded that limestone production in area 1a in October 2021 did not reach the target set by the company. In order for the limestone production target to run optimally, it is necessary to carry out a match factor analysis and further productivity analysis regarding the working hours of the tool, look for causes and actions taken to achieve the target and make improvements to optimize the performance of the digging tool. One of the appropriate methods used in overcoming these problems is the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method which is a production process performance measurement tool that can measure various losses that occur and identify potential improvements. achieve production targets. After that, the fishbone method was used to find the cause and effect that caused the production to not be achieved, then an effort was made to improve the loss time which caused the reduction in the effective working hours of the digging tool that had been planned by the company with the application of the 5W + 1H technique. After analysis and improvement efforts, the match factor value was 1 of 0.41 and the total limestone production on the Volvo Pc 200 Excavator was 72,982.31 tons and the Mitsubishi Colt Diesel 125 Ps Dump Truck was 27,982.31 tons, which means it has reached the target. even exceeding the production target of 20,000 tons and the OEE value of each tool obtained by 61%, 27% and 26%. However, the OEE value is still < 85% of the world class standard OEE value, which is 85% and there is still room for improvement.*

Keywords: *Production , Fishbone Methode, 5W+1H, Overall Equipment Effectiveness.*

1. Pendahuluan

CV.Halaban Sepakat adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri pertambangan dan telah melakukan penanaman modal di Kabupaten Lima Puluh Kota sesuai dengan SK Gubernur Sumatera Barat No. 544 – 482 – 2017 tentang Persetujuan Perluasan Pertama Usaha Pertambangan Untuk Badan Usaha Produksi Batuan dan Perubahan Usaha di . Halaban Sepakat untuk menjadi PT. Anugrah Halaban Sepakat di Lima Puluh Kabupaten, Sumatera Barat. Penambangan batu kapur di PT Anugrah Halaban Sepakat dilakukan dengan system tambang terbuka dengan metode (Open Cut Mining) dimana kegiatan yang akan dilakukan adalah penggalian endapan bijih terletak pada suatu lerengbukit.

Kegiatan pembongkaran endapan bijih dilakukan dengan menggunakan Breaker yang akan menimbulkan

getaran pada batuan kapur sehingga terjadi pelebaran rekahan pada batuan kapur tersebut. Pada bulan November produktivitas yang didapatkan dalam penambangan yaitu sebesar 11.067 ton/bulan dari beberapa bulan sebelumnya dan ini tidak memenuhi target yang ditetapkan sebesar 20.000 ton/bulan yang mana baru memenuhi 56% dari target perusahaan yang ditetapkan.

Rata rata dalam 1 bulan ditetapkan 30 hari kerja dan waktu kerja yang direncanakan PT. Anugrah Halaban Sepakat tiap harinya 11,5 jam. Untuk meningkatkan hasil produksi 20.000 ton/bulan perusahaan tersebut menggunakan alat muat Volvo Pc 200 dan alat angkut Colt Diesel 125 Ps, dengan jarak antara *crusher* dan tempat muat sekitar 130 m.

Berdasarkan pengamatan penulis dengan tidak tercapainya hasil produksi 20.000 ton/bulan tersebut dikarenakan kendala yang penyebab banyak *loss time* yang terjadi pada alat mekanis , akibatnya produktivitas

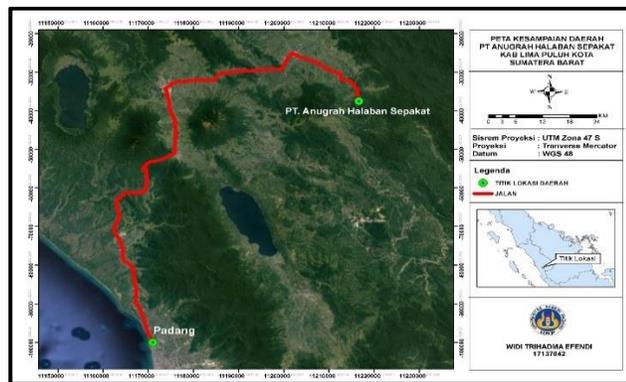
kinerja alat mekanis aktual yang tidak efektif dilapangan. Turunnya kapasitas alat gali muat dan alat angkut aktual yang digunakan 72% dan 66% sampai 67% yang mana tidak memenuhi dari standaryang ditetapkan perusahaan sebesar minimal 80%. Setelah dilakukan perhitungan juga didapatkan nilai keserasian(*Match Factor*) alat gali muat dan alat angkut sebesar 0,41.

Seperti yang terlihat dari data di atas, beberapa target produktivitas yang direncanakan tidak terpenuhi seperti yang diharapkan, sehingga target produksi tidak terpenuhi. Untuk mengoptimalkan operasi target produksi 20.000 ton/bulan dan memaksimalkan waktu kerja efektif alat bongkar muat dan alat angkut, maka dibutuhkan analisis produktivitas lebih lanjut terhadap waktu kerja alat mekanis, mencari alasan dan membuat kemajuan untuk mencapai tujuan dan melaksanakan Perbaiki tindakan yang dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja peralatan penggalian dan pemuatan. Dari berbagai metode yang dilakukan untuk memperbaiki permasalahan tersebut digunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), yaitu suatu alat untuk mengukur kinerja suatu proses produksi, yang dapat mengukur berbagai kerugian yang terjadi dan mengidentifikasi perbaikan potensial.

2. Kajian Pustaka

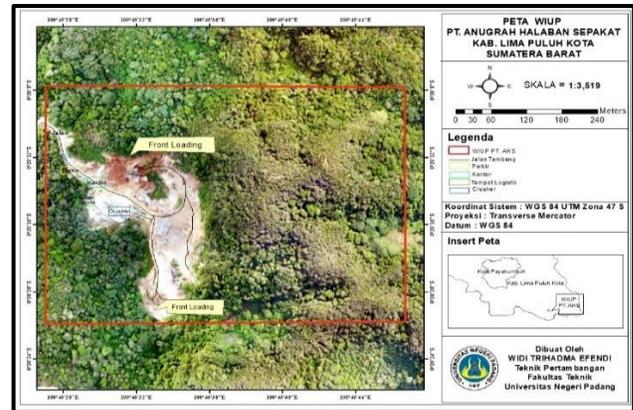
2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian

PT.Anugrah Halaban Sepakat dapat di ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda 4 dari kotaPadang – Payahkumbuh (± 125 Km) dapat ditempuh kendaraan selama ± 3 jam perjalanan. Wilayahnya terletak pada 60 – 110 Lintang Utara dan berada pada ketinggian 400 s/d 1000 m dari permukaan laut.



Gambar 1. Peta Lokasi dan Kesampaian Daerah

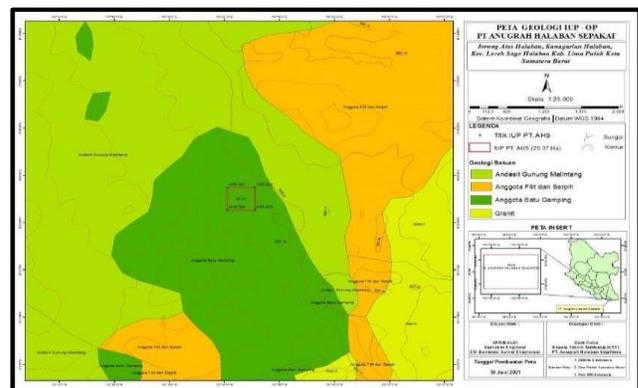
Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT. Anugrah Halaban Sepakat seluas 20,22 Ha berada di bukit Nagalau Cik Kambing yang dalam peta termasuk kedalam area Bukit Ngalau Riu dengan ketinggian 700 m dari permukaan laut



Gambar 2. Peta IUP PT . Anugrah Halaban Sepakat

2.2. Keadaan Struktur Geologi

Propinsi Sumatera Barat memiliki kondisi geologi yang cukup unik dan merupakan bagian dari geologi regional Sumatera. Struktur yang berkembang di Sumatera Barat adalah struktur pelipatan (antiklinorium) dan struktur sesar dengan arah umum Bara Laut – Tenggara, yang mengikuti struktur regional pulau Sumatera. Kondisi geologi secara umum terdiri dari batuan gunung api (lafa dan tufa), serpih dan konglomerta yang mengalami pensesaran normal berarah Timur Laut – Barat Daya.



Gambar 3. Peta Geologi PT. Anugrah Halaban Sepakat

2.3. Perhitungan Produktivitas

Kesesuaian rencana penambangan dengan keadaan sebenarnya sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti regulasi, penggunaan alat gali dan muat, serta alat angkut yang digunakan, sehingga perlu diperhitungkan produktivitas alat gali dan muat yang digunakan. Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas alat gali dan muat adalah sebagai berikut:^[16].

$$PE = \frac{Kb \times Sf \times Ff \times Eff \times 36000 \text{ detik/jam}}{Ct} \quad (1)$$

$$PB = \frac{sf \times kb \times n \times nff \times Eff \times 36000 \text{ detik/jam}}{Ct} \quad (2)$$

Keterangan:

- pe = produksi per jam excavator (m3/jam)
- pb = produksi perjam dump truck (m3/jam)
- eff = efisiensi kerja alat mekanis (%)
- kb = kapasitas bucket (m3)
- sf = swell factor (%)
- ff = fill factor (%)
- ct = cycle time (detik)
- n = jumlah bucket excavator untuk mengisi dump truck

2.4. Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

2.4.1. Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar (*cycle time*) alat gali muat dan alat angkut merupakan waktu yang digunakan untuk melakukan kegiatan produksi dalam satu kali siklus^[15].

2.4.2. *Bucket Fill Factor*

Faktor pengisian bucket adalah perbandingan antara volume material aktual di dalam bucket dan volume kapasitas bucket teoritis pada alat penggali. Nilai Bucket Fill Factor tergantung pada jenis material yang digali.^[15].

2.4.3. *Swell Factor*

Faktor pengembang adalah perubahan-perubahan berupa pembahasan atau pengurangan volume material dari bentuk asli^[13].

2.4.4. Ketersedian Alat Mekanis

Ketersedian alat mekanis adalah faktor yang menunjukkan kondisi dan kinerja alat mekanis. Hal ini dapat diketahui melalui jam kerja dari alat muat dan alat angkut dan ketersediaan alat sehingga berpengaruh langsung terhadap produktivitas dari alat mekanis yang digunakan. Ketersediaan alat dibagi beberapa istilah sebagai berikut^[7].

2.4.4.1. *Mechanical Availability*

Ketersedian mekanis adalah angka yang menunjukkan presentase suatu alat untuk peroperasi dengan memperhitungkan kehilangan waktu sebab-sebab mekanis misalnya *repair*, perbaikan, perawatan dan dll. Untuk menghitung ketersediaan mekanis dapat menggunakan persamaan sebagai berikut^[7].

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

- MA = Ketersediaan mekanis (%)
- W = Jumlah kinerja alat (jam)
- R = Jumlah jam untuk perbaikan (jam)

2.4.4.2. *Physical Availability*

Ketersediaan fisik adalah suatu ketersediaan peralatan atau unit yang dihitung secara fisik peralatan atau unit

tersebut. Untuk menghitung ketersediaan fisik dapat menggunakan persamaan (4) sebagai berikut^[7].

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

- PA = Ketersediaan fisik (%)
- W = Jumlah kinerja alat (jam)
- R = Jumlah jam untuk perbaikan (jam)
- S = Jam *Standby* (jam)

2.4.4.3. *Use of Availability*

Penggunaan ketersediaan adalah menunjukkan berapa persen (%) waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan. Untuk menghitung penggunaan ketersediaan mekanis dapat menggunakan persamaan (5) sebagai berikut^[7].

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

- UA = Ketersediaan penggunaan alat (%)
- W = Jumlah kinerja alat (jam)
- R = Jumlah jam untuk perbaikan (jam)
- S = Jam *Standby* (jam)

2.4.4.4. *Effective utilization*

Pemanfaatan yang efektif adalah Angka yang menunjukkan berapa persen waktu yang digunakan untuk beroperasi oleh suatu alat dan seluruh waktu yang tersedia. Untuk menghitung ketersediaan mekanis dapat menggunakan persamaan (6) sebagai berikut^[7].

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan:

- EU = Penggunaan efektif (%)
- W = Jumlah kinerja alat (jam)
- R = Jam untuk perbaikan (jam)
- S = Jam *Standby* (jam)

2.5. *Match Factor*

Faktor keserasian kerja adalah salah satu faktor penentu dalam mencapai target produksi. Hasil produksi alat gali-muat dan alat angkut merupakan hasil produksi yang dicapai dalam suatu kegiatan pemuatan dan pengangkutan. Untuk menentukan nilai *match factor* tersebut, maka dapat digunakan persamaan (7) sebagai berikut.^[13]

$$MF = \frac{n \times Na \times Ctm}{Nm \times Cta} \quad (7)$$

Keterangan:

- MF = Faktor keserasian kerja alat berat
- Na = Jumlah alat angkut
- Cta = Waktu edar alat angkut (detik)

n = Jumlah pengisian
 Nm = Jumlah alat gali muat
 Ctm = Waktu edar alat gali muat (detik)

2.6 Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur dalam penerapan metode Total Productive Maintenance.^[11] Berikut adalah faktor yang akan dihitung pada komponen OEE:

2.6.1. Availability Factor (A)

Faktor ketersediaan adalah rasio antara jumlah jam unit pembangkit siap beroperasi terhadap jumlah jam dalam satu periode tertentu dapat dihitung dengan persamaan^[11]:

$$A = \frac{AT}{TT} \quad (8)$$

Keterangan:

AT = Available time

TT = Total calendar Time

2.6.2. Utilization Factor (U)

Faktor pemanfaatan adalah Menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut^[11]:

$$U = \frac{UT}{AT} \quad (9)$$

Keterangan:

UT = utilization time

AT = available time

2.6.3. Speed Factor (S)

Faktor kecepatan adalah rasio waktu siklus yang direncanakan dengan waktu siklus aktual, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut^[11]:

$$S = \frac{Ctp}{Cta} \quad (10)$$

Keterangan:

Ctp = planned cycle time

Cta = actual cycle time

2.6.4. Bucket Factor (B)

Bucket Fill Factor merupakan faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas nyata pada bucket alat muat dalam melakukan kegiatan kerja loading ke truck dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut^[11].

$$B = \frac{Oac}{Opc} \quad (11)$$

2.6.5. OEE of Equipment

Nilai OEE untuk peralatan penggalian diperoleh dengan mengalikan nilai availability factor, utilization factor, speed^[11].

$$OEE = A \times U \times S \times B \quad (12)$$

Untuk menghitung produksi pada waktu tertentu dapat digunakan rumus :

$$O = Opc \times \frac{TT \times 3600}{Ctp} \times OEE \quad (13)$$

3. Metodologi Penelitian

3.6. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Hal ini dikarenakan dalam penelitian nantinya akan menggunakan data berupa angka – angka. Penelitian kuantitatif adalah proses menggunakan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis, menghitung dan mengevaluasi untuk mendapatkan hasil optimal pada subjek penelitian^[13].

3.7. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data penelitian dimulai dari mengabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya diperoleh pendekatan penyelesaian masalah yang di dapatkan. Adapun tahapan pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.7.1. Tahapan persiapan

Tahapan persiapan adalah mengumpulkan semua studi literatur terkait dengan laporan penelitian sebelumnya atau buku-buku penunjang yang berhubungan dengan penelitian.

3.7.2. Pengumpulan data

Pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari pengamatan di lapangan. Data primer berupa (a) Cycle time alat gali muat dan alat angkut, (b) Data loss time component alat gali muat dan alat angkut, dimana data ini di dapatkan dengan cara mengamati dan menghitung secara langsung jumlah alat yang bekerja dalam satuan hari.

Data sekunder yaitu data yang didapat dari melalui media perantara atau tidak secara langsung. Data sekunder berupa (a) Data target produksi, (b) Data rencana jam dan hari kerja, (c) Spesifikasi alat gali muat, (d) Curah hujan, (e) Peta lokasi, (f) peta geologi dan topografi daerah penelitian.

3.8. Teknik Analisa Data

Teknik analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data yang didapatkan selama kegiatan penelitian, sehingga di dapatkan pendekatan penyelesaian masalah. Proses dalam teknik analisa

data sangat pengaruh pada data primer dan data sekunder.

3.8.1. Pengolahan Data

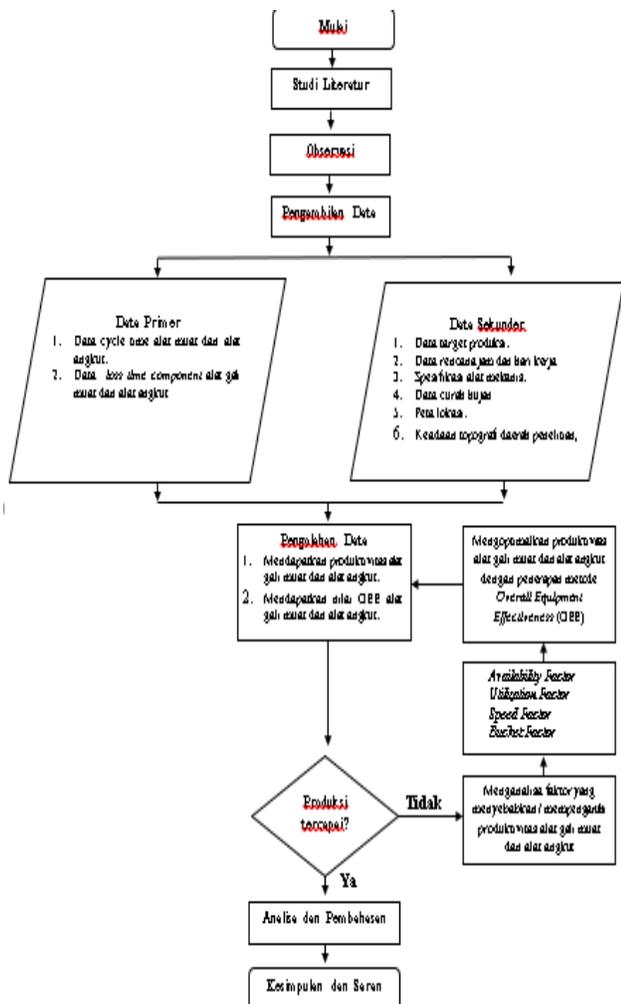
Pengolahan data yang diperoleh setelah itu diolah dengan menentukan perhitungan teori-teori yang telah didapatkan sesudah itu disajikan dalam bentuk tabel, diagram, grafik dan perhitungan penyelesaian.

3.8.2. Analisa Data

Analisa data yang diperoleh nantinya dijadikan suatu acuan untuk menganalisis proses penambangan dan data diolah untuk mendatkan hasil produksi.

3.8.3. Hasil dan Kesimpulan

Data yang sudah diolah dan dianalisis akan diambil sebaga kesimpulan dan saran dari hasil penelitian dilapangan sebagai jawaban dari rumusan masalah dan tujuan penelitian yang dilakukan



Gambar 4. Diagram Alir

4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian dan Analisa data, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

4.1. Hasil

4.1.1. Jam Kerja

Berikut merupakan rencana jabwal kerja PT. Anugrah Halaban Sepakat bisa dilihat dari tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Jam Kerja PT. Anugrah Halaban Sepakat

Hari	Shift	Jam Kerja	Kegiatan	Jam Kerja	Kerja Per-Shift
Senin-Kamis dan Sabtu-Minggu	I	08.00-12.00	Jam kerja	4	6,5
		12.00-13.00	Istirahat	1	
		13.00-15.30	Jam kerja	2,5	
		15.30-16.00	Pergantian shift	0,5	
Jumat	II	16.00-18.00	Jam kerja	2	5
		18.00-19.00	istirahat	1	
		19.00-22.00	Jam kerja	3	
Total jam kerja tersedia				11,5	
Jumat	I	08.00-11.00	Jam kerja	3	5
		11.00-13.30	istirahat	2,5	
		13.30-15.30	Jam kerja	2	
		15.30-16.00	Pergantian shift	0,5	
Jumat	II	16.00-18.00	Jam kerja	2	5
		18.00-19.00	istirahat	1	
		19.00-22.00	Jam kerja	3	
Total jam kerja tersedia				10	

Waktu tersedia kecuali hari jum'at
 = jumlah hari x jam tersedia
 = 26 hari x 11,5 jam
 = 299 jam

Waktu tersedia hari jum'at
 = jumlah hari x jam tersedia
 = 4 hari x 10 jam
 = 40 jam

Jadi total waktu yang digunakan perbulan (TT) x 30
 = 14 jam x 30
 = 420 jam

Waktu tersedia perbulan (AT)
 = 299 jam + 40 jam
 = 339 jam

4.1.2. Waktu Edar Alat Gali Muat Excavator

Waktu edar adalah waktu yang dibutuhkan sebuah alat gali muat dan alat angkut dapat dilihat dari tabel 1 dan tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Cycle Time Alat Gali Muat

Digging (detik)	Swing Loaded (detik)	Dumping (detik)	Swing Empty (detik)	Cycle time (detik)
8,9	5,8	4,2	4	22

Tabel 3. Cycle Time Alat Angkut

Nama Alat	Manuver loading (detik)	Loading (detik)	Hauling (detik)	Manuver (detik)	Dumping (detik)	Return (detik)	Cycle time (detik)
DT (01)	17,69	202,42	164,57	37,75	24,26	84,39	531,08
DT (02)	17,72	202,43	164,70	38,94	24,79	84,78	533,36

4.1.3. Waktu Kerja Alat Mekanis

Data jam kerja alat mekanis dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. Jam Kerja Alat Mekanis

Unit	Jam tersedia (jam)	Work (jam)	Repair (jam)	Standby (jam)
Excavator Volvo Pc 200	339	244,7	4,3	90
Dump Truck Diesel 125 Ps (01)	339	228	6	105
Dump Truck Diesel 125 Ps (02)	339	226,2	7,8	105

4.1.4. Ketersediaan Alat Mekanis

Dari data jam kerja alat mekanis dengan rumus diatas maka dapat dihitung MA , UA , PA , dan EU alat mekanis dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Ketersediaan Alat Mekanis

Alat	MA %	PA%	UA%	EU%
Excavator Volvo Pc 200	98	98	73	72
Dump Truck Diesel 125 Ps (01)	98	98	69	67
Dump Truck Diesel 125 Ps (02)	97	97	68	66

4.1.5. Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

4.1.5.1. Alat Excavator Volvo Pc 200

Diketahui:
 Waktu edar = 22 detik
 Effisiensi kerja = 0,73 %
 Kapasitas bucket = 1,3 m³
 Swell factor = 0,6 %
 Fill factor bucket = 0,8 %

$$PE = \frac{Kb \times Sf \times Ff \times Eff \times 3600 \text{ detik/jam}}{Ct}$$

Penyelesaian:

$$PE = \frac{1,3 \text{ m}^3 \times 0,6\% \times 0,8\% \times 0,73\% \times 3600 \text{ detik/jam}}{22 \text{ detik}}$$

$$PE = 74,539 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$PE = 74,539 \text{ m}^3/\text{jam} \times Db$$

$$PE = 74,539 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2,387 \text{ ton/m}^3$$

$$PE = 177,92 \text{ ton/jam}$$

4.1.5.2. Alat Dump Truck Mistubishi Colt Diesel 125 Ps (01)

Diketahui:
 Effisiensi kerja = 0,67 %
 Waktu edar = 533,36 detik
 Kapasitas bucket = 1,3 m³
 Swell factor = 0,6 %
 Fill factor bucket = 0,8 %
 Jumlah pengisian = 5

$$PB = \frac{Kb \times Sf \times Ff \times n \times Eff \times 3600 \text{ detik/jam}}{Ct}$$

Penyelesaian:

$$PB = \frac{1,3 \text{ m}^3 \times 0,6 \times 0,8 \times 5 \times 0,67 \times 3600 \text{ detik/jam}}{533,36 \text{ detik}}$$

$$PB = 14.170 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$PB = 14.170 \text{ m}^3/\text{jam} \times Db$$

$$PB = 14.170 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2,387 \text{ ton/m}^3$$

$$PB = 33,824 \text{ ton/jam}$$

4.1.5.3. Alat Angkut Dump Truck Mistubishi Colt Diesel 125 Ps (02)

Diketahui:
 Effisiensi kerja = 0,66 %
 Waktu edar = 531,08 detik
 Kapasitas bucket = 1,3 m³
 Swell factor = 0,6 %
 Fill factor bucket = 0,8 %
 Jumlah Pengisian = 5

$$PB = \frac{Kb \times Sf \times Ff \times n \times Eff \times 3600 \text{ detik/jam}}{Ct}$$

Penyelesaian:

$$PB = \frac{1,3 \text{ m}^3 \times 0,6 \times 0,8 \times 5 \times 0,66 \times 3600 \text{ detik/jam}}{531,08 \text{ detik}}$$

$$PB = 13.898 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$PB = 13.898 \text{ m}^3/\text{jam} \times Db$$

$$PB = 13.898 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2,387 \text{ ton/m}^3$$

$$PB = 33,177 \text{ ton/jam}$$

Seperti yang dilihat dari hasil analisa data diatas dapat dilihat pada table 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Produktivitas Alat Mekanis

Nama Alat	Produktivitas (ton/jam)	Work (jam/bulan)	Produktivitas (ton/bulan)	Target Produksi (ton/bulan)
Excavator Volvo Pc 200	177,92	244,7	43.537,024	20.000
Dump Truck Diesel Ps 125 (01)	33,824	228	7.711,872	20.000
Dump Truck Diesel Ps 125 (02)	33,177	226,2	7.504,637	20.000

4.1.6. Perhitungan Match Factor

Untuk menentukan nilai match factor atau keserasian kerja alat dapat dilihat sebagai berikut:

Diketahui:

- Jumlah dump truck = 2 unit
- Jumlah excavator = 1 unit
- Jumlah pengisian = 5
- Waktu edar dump truck = 22 detik
- Waktu edar excavator = 531,08 detik

Penyelesaian:

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

$$MF = \frac{5 \times 2 \times 22}{1 \times 531,08}$$

$$MF = 0,41$$

Dari hasil analisa tersebut, menjelaskan bahwa nilai faktor alat mekanis aktual kecil dari 1, berarti faktor kinerja alat gali muat belum mampu mencapai 100% sedangkan faktor kinerja alat angkut sudah mampu mencapai 100%, sehingga terjadinya waktu tunggu bagi alat muat.

4.1.7. Perhitungan Produksi Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Dengan menggabungkan data yang didapatkan dari lapangan selanjutnya menghitung hasil produksi menggunakan metode OEE dilihat pada tabel 7, tabel 8 dan tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 7. Nilai Perhitungan Untuk Parameter Nilai OEE Alat Gali Muat

TT	AT	UT	Ctp	Cta	Opc	Oac
420	339	244,7	20	22	1,3	1,3

Tabel 8. Nilai Perhitungan Untuk Parameter Nilai OEE Alat Angkut

TT	AT	UT	Ctp	Cta	Opc	Oac
420	339	228	330	531,08	10	6,65

Tabel 9. Nilai Perhitungan Untuk Parameter Nilai OEE Alat Angkut

TT	AT	UT	Ctp	Cta	Opc	Oac
420	339	226,2	330	533,36	10	6,65

Dengan menggunakan rumus persamaan 8, 9, 10, 11, 12 dan 13 maka diperoleh nilai OEE dan produksi alat mekanis dapat dilihat pada tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Perhitungan Nilai OEE Excavator Volvo Pc 200 Dan Dump Truck Diesel Ps 125

Nama Alat	A	U	S	B	OEE	O(m ³)	O(m ³) (aktual)	Total
Excavator Volvo Pc 200	0,8	0,72	0,9	1	0,51	50.948,35	52.537,12	52.537,2
Dump Truck Diesel Ps 125 1	0,8	0,67	0,62	0,66	0,21	9.621,81	9.232,84	18.465,68
Dump Truck Diesel Ps 125 2	0,8	0,66	0,61	0,66	0,21	9.621,81	9.232,84	

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa rendahnya nilai Utilization Factor (U) dari alat gali muat dan alat angkut sehingga menyebabkan rendahnya nilai OEE dari alat mekanis tersebut. Rendahnya nilai OEE disebabkan karena adanya halangan yang mengakibatkan tinggi losse time yang terjadi pada alat mekanis, sehingga rendahnya pemanfaatan alat mekanis yang mengakibatkan turunnya produktivitas alat mekanis yang digunakan, dan mengakibatkan tidak tercapainya hasil produksi yang telah direncanakan. Dalam kasus pada manajemen peralatan dalam dunia pertambangan waktu hilang (loss time) dikategorikan menjadi dua yaitu delay time dan idle time. Delay time adalah waktu hilang dalam jam operasi yang dapat dikendalikan.

4.1.8. Diagram Fishbone

Berdasarkan pengamatan dilapangan dapat dibuat diagram fishbone dari permasalahan yang ada seperti dampak lingkungan, dampak manusia, dan dampak metode.

4.1.8.1. Lingkungan

Kehilangan banyaknya Waktu dari lingkungan biasanya disebabkan oleh perbaikan tempat material, keadaan material, perbaikan disposal.

4.1.8.2. Manusia

Kehilangan Banyaknya waktu oleh manusia adalah seperti operator terlambat saat jam bekerja dimulai, operator izin karena sesuatu hal mendadak, dan jadwal petukaran shift kerja yang melebihi batas waktu yang telah ditentukan.

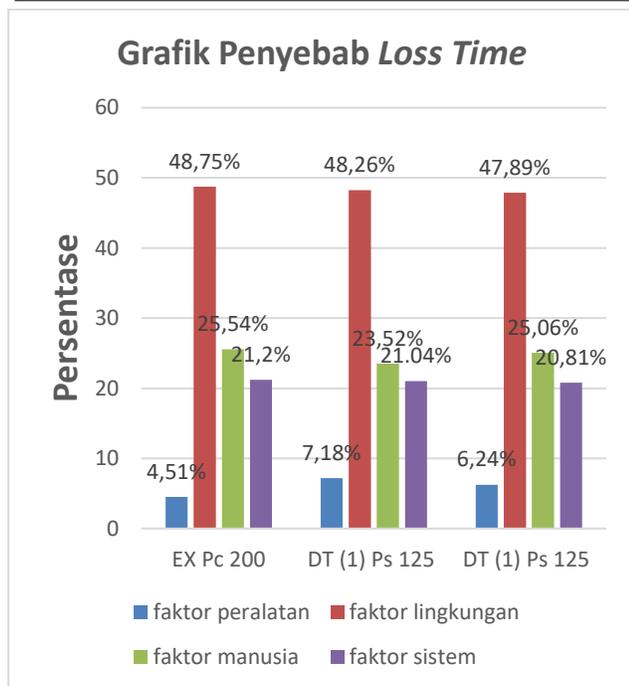
4.1.8.3. Metode

Loss time yang terjadi karena faktor manusia disebabkan oleh Pengisian fuel, Pemanasan alat, dan pemeriksaan serta perawatan alat.

Frekuensi dan presentasi hambatan-hambatan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 11 dan gambar 5 sebagai berikut.

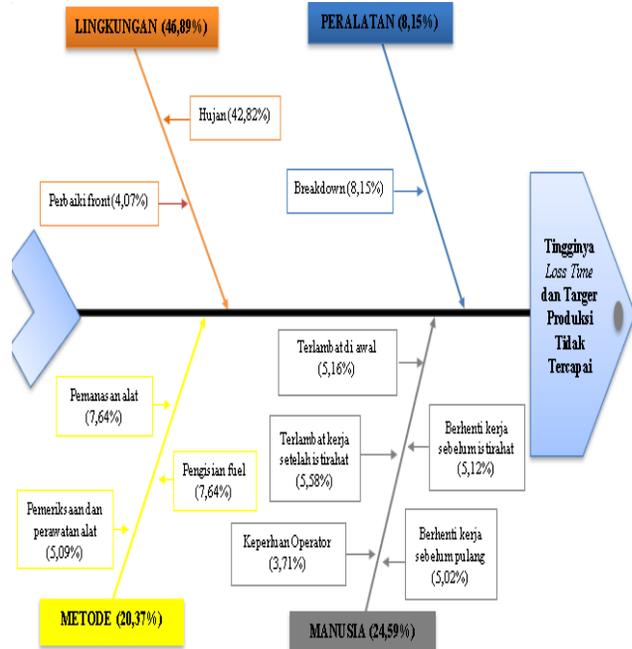
Tabel 11. Presentase hambatan-hambatan yang terjadi

No	Faktor	EX Pc 200 (%)	DT (1) Ps 125 (%)	DT (1) Ps 125 (%)
1	Faktor Peralatan	4,51	7,18	6,24
2	Faktor Lingkungan	48,75	48,26	47,89
3	Faktor Manusia	25,54	23,52	25,06
4	Faktor Sistem	21,2	21,04	20,81
Total		100	100	100

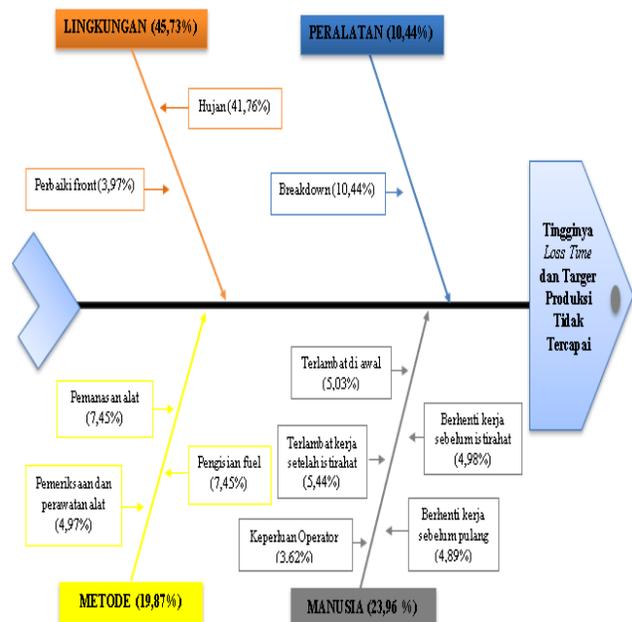


Gambar 5. Grafik persentase faktor penyebab loss time alat muat mekanis

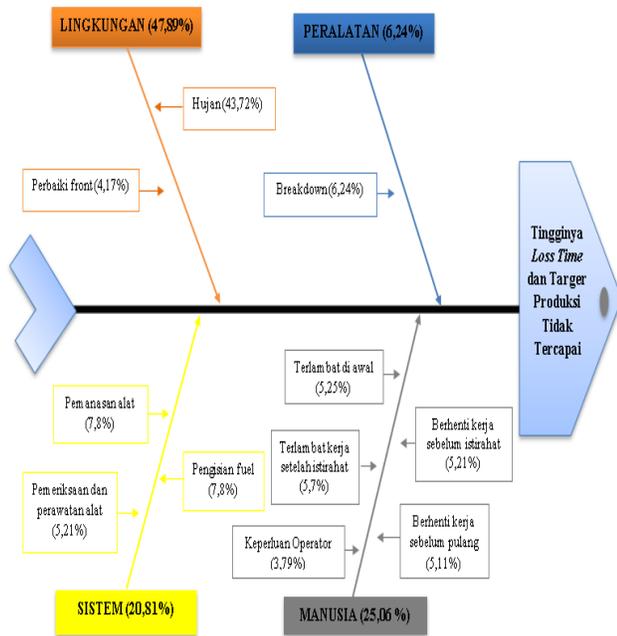
Berdasarkan pengamatan dilapangan dapat dibuat diagram fishbone dari permasalahan yang ada sehingga tidak tercapainya target produksi yang dapat dilihat pada gambar 6, gambar 7, dan gambar 8 disamping ini.



Gambar 6. Diagram Fishbone akibat loss time Excavator Volvo Pc 200.



Gambar 7. Diagram Fishbone akibat loss time Dump Truck Diesel 125 Ps (01).



Gambar 8. Diagram Fishbone penyebab loss time Dump Truck Diesel 125 Ps (02).

Setelah mendapatkan masalah di atas maka perlu dilakukan langkah-langkah untuk meminimalisir loss time yang mengakibatkan rendahnya nilai OEE yaitu nilai delay time dari waktu hilangnya dalam jam operasi yang dapat dikendalikan. Dalam hal ini rencana perbaikan delay time yang akan dilakukan adalah dengan metode 5W+1H seperti yang dijelaskan pada tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Merode 5W+1H

No	Faktor	Delay Time	What	Why	Where	When	Who	How
1	Faktor Peralatan	Breakdown	Kesalahan alat	Untuk meminimalkan waktu perbaikan alat yang tidak dapat dihindari	Ara	Selama kegiatan operasional	Pengawas dan operator	Pemeriksaan alat secara lebih sering dan melakukan tindakan perawatan alat lebih dini dan tidak lupa mencatat dalam melakukan perbaikan
2	Faktor Lingkungan							
3	Faktor Manusia	Terlambat awal, terlambat kerja setelah istirahat, berhenti bekerja sebelum istirahat, keperluan operator dan berhenti bekerja sebelum pulang	Waktu tidak bekerja lebih efektif	Agar meningkatkan kedisiplinan kepada operator	Ara	Selama kegiatan operasional	Pengawas dan operator	Melakukan pengawasan yang baik dan selalu mengawasi tindakan operator yang tidak disiplin
4	Faktor Sistem	Pem anasan alat, pemeriksaan dan perawatan alat	Waktu kerja alat yang lebih efektif	Agar pem anasan alat dilakukan lebih awal dan alat tidak lebih efektif	Ara	Selama kegiatan operasional	Pengawas dan operator	Pengawasan dan perbaikan pem anasan kepada operator yang dilakukan pem anasan alat dan perawatan alat sebelum jam operasional
			Pengisian fuel	Waktu kerja alat yang lebih efektif	Agar pengisian fuel dilakukan lebih awal dan alat tidak lebih efektif	Ara	Selama kegiatan operasional	Pengawasan dan perbaikan pem anasan kepada operator yang dilakukan pem anasan sebelum jam operasional

Setelah dilakukan langkah-langkah untuk meminimalisir waktu terbuang yang terjadi pada alat mekanis, selanjutnya dilakukan perbaikan terhadap nilai delay time dengan toleransi nilai delay time terendah yang terjadi. Berikut merupakan data loss time alat muat Excavator Volvo Pc 200 dan alat angkut Dump Truck Diesel 125 Ps sebelum dan setelah perbaikan nilai delay time yang dapat dilihat pada tabel 13, tabel 14 dan tabel 15 berikut ini:

Tabel 13. Data Loss Time Excavator Volvo Pc 200

No	Lose Time	Sebelum Perbaikan (jam)	Setelah Perbaikan (jam)
Delay Time			
1	Terlambat di awal	5,05	1,6
2	Berhenti kerja sebelum istirahat	5	0
3	Terlambat kerja setelah istirahat	5,5	0
4	Berhenti kerja sebelum pulang	4,9	0
5	Keperluan operator	3,6	0
6	Pengisian fuel	7,5	0
7	Pem anasan alat	7,5	0
8	Pem eriksaan dan perawatan alat	5	0
Idle Time			
9	Perbaiki front	4	4
10	Hujan	42	42
11	Breakdown	4,3	4,3
Total Delay Time		44,05	1,6
Total Idle Time		50,3	50,3

Tabel 14. Data Loss Time Dump Truck Diesel 125 Ps (01)

No	Lose Time	Sebelum Perbaikan (jam)	Setelah Perbaikan (jam)
Delay Time			
1	Terlambat di awal	4,3	1,8
2	Berhenti kerja sebelum istirahat	4,5	0
3	Terlambat kerja setelah istirahat	5,3	0
4	Berhenti kerja sebelum pulang	4,9	0
5	Keperluan operator	3,4	0
6	Pengisian fuel	7,5	0
7	Pem anasan alat	7,5	0
8	Pem eriksaan dan perawatan alat	5	0
Idle Time			
9	Perbaiki front	4	4
10	Hujan	42	42
11	Breakdown	6,35	6,35
Total Delay Time		46,6	1,6
Total Idle Time		52,35	52,35

Tabel 15. Data *Loss Time Dump Truck* Diesel 125 Ps (02)

No	Lose Time	Sebelum Perbaikan (jam)	Setelah Perbaikan (jam)
<i>Delay Time</i>			
1	Terlam bat di awal	5,05	1,6
2	Berhenti kerja sebelum istirahat	5	0
3	Terlam bat kerja setelah istirahat	5,5	0
4	Berhenti kerja sebelum pulang	4,9	0
5	Keperluan operator	3,6	0
6	Pengisian fuel	7,5	0
7	Pem anasan alat	7,5	0
8	Pemeriksaan dan perawatan alat	5	0
<i>Idle Time</i>			
9	Perbaiki front	4	4
10	Hujan	42	42
11	Breakdown	6	6
<i>Total Delay Time</i>		44,05	1,6
<i>Total Idle Time</i>		52	52

4.1.9. Implementasi Optimalisasi Metode 5W + 1H Dan Diagram *Fishbone*

Setelah mendapatkan ide-ide perbaikan diatas, beberapa sudah disampaikan kepada pihak perusahaan dan dicoba setelah penelitian pulang dari lapangan. Salah satunya adalah menambah alat angkut sebanyak 1 buah dan menghitung dan memeperbaiki kecepatan alat angkut yang seharusnya diperbolehkan yaitu dengan kecepatan 20km/jam, dengan perhitungan:

$$t = \frac{d}{v}$$

$$t = \frac{0,13 \text{ km}}{20 \text{ km/jam}}$$

$$t = 0,0065 \text{ jam}$$

$$t = 23,4 \text{ detik} \times 2$$

$$t = 46,8 \text{ detik (waktu pengangkutan dan waktu kemabli kosong)}$$

Ct = manuver loading + loading + manuver dumping + dumping dari hasil rata-rata cycle time ditambah waktu pengangkutan dan kemabli kosong maka akan mendapatkan:

$$Ct = 17,69 + 202,42 + 37,75 + 24,26 + 46,8 = 328,92 \text{ detik}$$

Maka dapat hasil keserasian alat yang digunakan berubah seperti berikut:

Dikeahui:

- Jumlah alat angkut = 3 unit
- Jumlah alat muat = 1 unit
- Banyak pengisian = 5
- Waktu edar alat gali muat = 22 detik
- Waktu edar alat angkut = 328,92 detik

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

Penyelesaian:

$$MF = \frac{3 \text{ unit} \times (5 \times 22 \text{ detik})}{1 \text{ unit} \times 328,92 \text{ detik}}$$

$$MF = 1,003$$

4.1.10. Perhitungan Produksi Menggunakan Metode *Overal Equipment Effectiveness (OEE)* Setelah di Perbaiki *Loss Time*.

Dari hasil perbaiki waktu hilang maka didapatkan nilai OEE dari alat mekanis yang digunakan dapat dilihat pada tabel 16, tabel 17 dan tabel 18 sebagai berikut:

Tabel 16. Nilai Parameter Untuk Perhitungan Nilai OEE *Excavatori Volvo Pc 200* Setelah Diperbarbaikan

TT	AT	UT	Ctp	Cta	Opc	Oac
420	339	289,7	20	22	1,3	1,3

Tabel 17. Nilai Parameter Untuk Perhitungan Nilai OEE *Dump Truck* Diesel 125 Ps Setelah Diperbarbaikan

TT	AT	UT	Ctp	Cta	Opc	Oac
420	339	273	330	531,08	10	6,65

Tabel 18. Nilai Parameter Untuk Perhitungan Nilai OEE *Dump Truck* Diesel 125 Ps Setelah Diperbarbaikan

TT	AT	UT	Ctp	Cta	Opc	Oac
420	339	271,1	330	533,38	10	6,65

Dengan menggunakan rumus persamaan 8, 9, 10, 11, 12 dan 13 maka didapatkan nilai OEE dan produksi alat mekanis dapat dilihat di tabel 19 sebagai berikut:

Tabel 19. Hasil Perhitungan Nilai OEE *Excavator Volvo Pc 200* Dan 2 *Dump Truck* Diesel 125 Ps Setelah Perbaikan

Nama Alat	A	U	S	B	OEE	Q(m ³)	Q(m ³) (aktual)
<i>Excavator Volvo Pc</i>							
200	0,8	0,85	0,9	1	0,61	59.950,80	72.982,31
<i>Dump Truck Diesel Ps</i>							
125 (01)	0,8	0,8	0,62	0,66	0,27	12.370,91	14.174,08
<i>Dump Truck Diesel Ps</i>							
125 (02)	0,8	0,8	0,61	0,66	0,26	11.912,73	13.649,13

4.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan data pada kegiatan alat gali muat dan alat angkut pada batukapur di PT. Anugrah Halaban Sepakat tanpa menggunakan metode OEE sebesar 15.216,509 ton/bulan sedangkan menggunakan metode OEE sebesar 18.465,68 ton/bulan, sedangkan hasil produksi yang ditetapkan perusahaan sebesar 20.000 ton/bulan. Untuk melakukan upaya peningkatan produksi batukapur dan produktivitas

alat mekanis yang digunakan perlu dilakukan analisa mengenai faktor-faktor yang menyebabkan tidak tercapainya produksi batupapur. Dengan menganalisa faktor-faktor yang menyebabkan terhambatnya proses kegiatan penambangan di lapangan, peningkatan alat muat dan alat angkut dapat dilakukan dengan cara melakukan peningkatan waktu kerja efektif, menurunkan waktu edar alat dan penambahan unit alat dari berbagai segi yaitu:

4.2.1. Produktivitas alat mekanis

Produktivitas alat mekanis untuk loading batupapur sering terjadi *breakdown* akan tetapi sudah melebihi dari rencana. Hal ini dikarenakan efisiensi kerja pada alat gali muat sudah cukup tinggi. Sehingga dalam perhitungan produktivitas alat gali muat menunjukkan angka yang melebihi dari yang telah direncanakan terdapat pada table 6. Pada tabel 6 Produktivitas alat angkut untuk hauling batu kapur tidak mencapai target dari yang telah direncanakan. Terdapat perbedaan dari jam kerja dari alat angkut menyebabkan produktivitas dari alat angkut tidak mencapai yang telah ditargetkan. Pada alat angkut batupapur terdapat tingginya waktu *standby* dan sering terjadinya *breakdown* alat angkut yang digunakan sehingga saat beroperasi mempengaruhi rendahnya waktu kerja efektif setiap alat.

4.2.2. Analisis Metode OEE Perhitungan Produksi

Analisis metode perhitungan produksi dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif metode perhitungan yang digunakan. Hasil dari perhitungan kedua metode yaitu tanpa menggunakan metode OEE adalah sebesar 15.216,509 ton/bulan dan menggunakan metode OEE adalah sebesar 18.465,68 ton/bulan.

4.2.3. Analisis Penyebab Tidak Tercapainya Target Produksi

Berikut ini adalah analisis dari faktor-faktor yang mempengaruhi produksi dari alat muat dan alat angkut pada kegiatan penambangan. Faktor Pengembangan, Faktor Pengisian Mangkuk, Pola Pemuatan, Waktu Edar, Efisiensi Kerja dan Faktor Keserasian Kerja.

4.2.4. Perubahan perhitungan produksi menggunakan metode OEE setelah diperbaiki

Setelah meminimalisir *loss time* yang terjadi dan meningkatkan efisiensi kerja alat dapat juga meningkatkan hasil nilai OEE alat mekanis dapat dilihat pada tabel 19.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas nyata *excavator volvo Pc 200* sebesar 43.537,02 ton/jam, alat *dump truck* diesel 125 Ps (01) sebesar 7.711,872 ton/jam dan alat *dump truck* diesel 125 Ps (02) sebesar 7.504,637 ton/jam
2. Dari hasil analisis perhitungan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* diperoleh nilai OEE alat *Excavator Volvo Pc 200* sebesar 51 % dan alat *dump truck* diesel 125 ps sebesar 21% dengan total produksi alat *excavator volvo Pc 200* sebesar 52.537,12 ton/jam dan 2 alat *dump truck* diesel 125 Ps sebesar 18.465,68 ton/jam
3. Didapatkan beberapa penyebab tinggi *loss time* Dari hasil analisis dengan menggunakan metode *diagram fishbone* yaitu faktor peralatan, faktor lingkungan, faktor manusia dan faktor metode. Setelah itu dilakukan cara mengoptimalkan kinerja alat gali muat dan alat angkut yang bekerja yaitu perbaikan pada nilai *delay loss time* (waktu hilang yang bisa dikendalikan) dengan menerapkan metode 5W + 1H
4. Berdasarkan analisa dan hasil pembahasan diatas didapatkan angka keserasian alat mekanis dari 0,41 menjadi 1 dengan waktu edar 328,92 detik. dan setelah dilakukan perbaikan nilai *loss time* didapatkan nilai OEE dari alat *Excavator Volvo Pc 200* sebesar 61% dan 2 alat *dump truck* diesel 125 Ps sebesar 27% dan 26% Kemudian berdasarkan hasil perhitungan produksi menggunakan metode OEE dengan nilai OEE setelah dilakukan perbaikan terhadap *loss time* didapatkan produksi batu kapur dari alat *excavator volvo Pc 200* sebesar 72.982,31 ton/bulan dan 2 alat *dump truck* diesel 125 Ps sebesar 27.823,21 ton/bulan yang berarti telah mencapai target bahkan melebihi target produksi batu kapur sebesar 20.000 ton/bulan.

5.2 Saran

1. Untuk mencapai produktivitas yang optimal perlu dilakukan pengawasan yang ketat terhadap perawatan dan perbaikan peralatan mekanis yang digunakan untuk menghindari tingginya nilai *loss time* pada perbaikan alat yang tidak direncanakan yang mengganggu waktu kerja efektif.
2. Untuk meningkatkan efisiensi kerja perlunya manajemen *fleet* yang lebih baik dan juga memfokuskan kerja alat gali muat pada satu jenis pekerjaan.
3. Perlunya meningkatkan kesadaraan dan kedisiplinan kepada seluruh karyawan untuk lebih bertanggung jawab dan berperan aktif dalam meningkatkan produktivitas alat.

6. Daftar Pustaka

- [1]. Akande, J., Lawal, A. I., & Aladejare, A. E. (2013). Optimization of the overall equipment efficiency (OEE) of loaders and rigid frame trucks in

- NAMDEB Southern Coastal Mine Stripping fleet, Namibia. *Earth Science*, 2(6), 158-166.
- [2]. Andriyadi, C., Atmaji, F. T. D., & Athari, N. (2016). Penentuan Optimasi Sistem Perawatan Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (oee) Dan Life Cycle Cost (lcc) Pada Mesin Cincinnati Milacron F Di Pt Dirgantara Indonesia. *eProceedings of Engineering*, 3(2).
- [3]. Fathmaulida, A. (2013). Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Pengolahan Batu Kapur di Desa Tamansari Kab. Karawang Tahun 2013.
- [4]. Heizer, Jay dan Render, Barry. (2009). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat
- [5]. Husean, S., & Anaperta, Y. M. (2019). Optimalisasi Produksi Alat Muat dan Alat Angkut dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Pengangkutan Overburden Di Pit Barat PT. Artamulia Tata PratamaSite Tanjung Belit, Kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi. *Bina Tambang*, 4(3), 154-164.
- [6]. Hustrulid, W. And Kuchta M., 1998, *Open Pit Mine Planning & Design*, Volume 1, A.A. Balkema, Rotterdam.
- [7]. Indonesianto, Y (2005). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Universitas Veteran Yogyakarta.
- [8]. Kaufman, W.W And Ault, J.C, 1977, *Design Of Surface Mine Haulage Roads – A Manual*, United Stated Departemen of The Interior, Bureau of Mines.
- [9] 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).
- [10]. Novrisal, D., & Yosan, R. B. Peningkatan Kegiatan Pemeliharaan Mesin Air Conditioning Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Studi Kasus Pada Mesin Pendingin Ruangan Gedung Grand Studio Metro Tv.
- [11]. 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.
- [12]. Nuryono, A. (2018). Analisis Efektifitas Kinerja Excavator Pada Aktifitas Ob Removal Penambangan Batubaramenggunakan Metode Oee (Studi Kasus: Pt. Rml Embalut–Kalimantan Timur). *Journal Industrial Manufacturing*, 3(2), 79-88.
- [13]. Partanto, Projosumarto, 1995, “*Pemindahan Tanah Mekanis*”, Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
- [14]. Rochmandi, 1992, *Alat Berat dan Penggunaannya*, Penerbit YBPPU, Jakarta.
- [15] *Specifications & Application Handbook Komatsu Edition 30*, 2009
- [16]. Sumarya, 2009, *Bahan Ajar Alat Berat dan Interaksi Alat Berat*, Padang, Diploma, III Teknik Pertambangan UNP.