

Optimalisasi Produksi Alat Gali Muat Komatsu PC 400-18 dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada Pengupasan Lapisan *Overburden* di PT. Surya Global Makmur *Jobsite* Pemusiran, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi

Fitri Nadia^{1*}, Dedi Yulhendra^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*fitrinadia2397@gmail.com

**dediyulhendra@ft.unp.ac.id

Abstract. Based on production data of stripping overburden from January to October 2019 in PT. Surya Global Makmur, the production of stripping overburden didn't reach the target. This is caused by standby times and breakdown times which causes the operating time and productivity to be low. To determine the potential improvement of a production process and the effectiveness of use an equipment, it is necessary to do an analysis using overall equipment effectiveness (OEE) method. From the OEE value that hasn't reached the ideal limit, six big losses analysis is carried out to determine which losses that give the biggest contribution in the decreasing of equipment productivity. Then fishbone method is used to find the cause and effect of the decreasing of equipment productivity and evaluation by referring to the result of identification of six big losses. After analysis and improvement methods are carried out, the production of Komatsu PC 400-18 exceeded the target that has been planned. But the value of OEE is still < 85% haven't achieved the world-class OEE >85%, it can be concluded that the state of equipment is not good. It is better to do improvement to reduced *speed losses*.

Keywords: Produksi, Komatsu PC 400, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Metode Fishbone

1 Pendahuluan

PT. Surya Global Makmur merupakan salah satu perusahaan nasional yang merupakan perusahaan batubara yang berada di bawah pengelolaan perusahaan PT. Indobagus Investama Energy. PT. Indobagus Investama Energy merupakan salah satu perusahaan pengelola bisnis pertambangan batubara yang terdepan, terutama dalam memenuhi kebutuhan batubara dalam negeri.

Proses penambangan batubara yang dilakukan oleh PT. Surya Global Makmur menggunakan metode tambang terbuka yaitu *open pit mining* yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi kegiatan pengupasan tanah penutup (*overburden*) dan kegiatan penambangan batubara. Pengupasan lapisan tanah penutup dilakukan pada lapisan *overburden* berupa material keras (*clay*) dan lumpur (*mud*). Sistem penambangan pada tambang PT. Surya Global Makmur hanya menggunakan satu metode penambangan yaitu

metode penambangan konvensional. Metode penambangan konvensional menggunakan *excavator* sebagai alat gali muat dan *dump truck* sebagai alat angkut. Rencana dan realisasi produksi untuk penggalian *overburden* pada bulan Januari sampai bulan Oktober 2019 di PT. Surya Global Makmur dapat kita lihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rencana dan Realisasi Produksi *Overburden* PT. Surya Global Makmur^[1]

Bulan	Target	Aktual
Januari	350.187,04	161.743,95
Februari	243.739,90	108.837,61
Maret	355.570	207.317,10
April	315.000	151.544,68
Mei	282.292	216.856,81
Juni	349.980	212.721,89
Juli	434.000	333.080
Agustus	379.354,84	314.590,58
September	392.000	337.619,10
Oktober	377.999,74	373.008,89

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa produksi untuk penggalian *overburden* pada bulan Januari-Oktober 2019 belum pernah mencapai target. Untuk mengetahui produksi *overburden* yang optimal, maka dilakukan analisis dengan menggunakan perhitungan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode untuk mengukur kinerja mesin atau peralatan yang digunakan di industri dengan mempertimbangkan berbagai kerugian produksi. OEE adalah sebuah metode yang telah diterima oleh universal untuk mengukur level sebuah perusahaan dan potensi *improvement* dari sebuah proses produksi. Dengan menggunakan metode ini dapat diketahui area mana yang perlu ditingkatkan untuk mencapai target produksi.

Setelah itu dilakukan analisis perhitungan *Six Big Losses* untuk mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab penurunan efektifitas suatu *equipment* secara keseluruhan. *Six Big Losses* adalah enam macam kerugian yang dapat mengurangi tingkat efektivitas yang harus dihindari oleh setiap perusahaan. Dengan melakukan analisis perhitungan *Six Big Losses*, perusahaan akan mengetahui kerugian mana yang memberikan kontribusi terbesar dalam menurunkan efektifitas produksi alat.

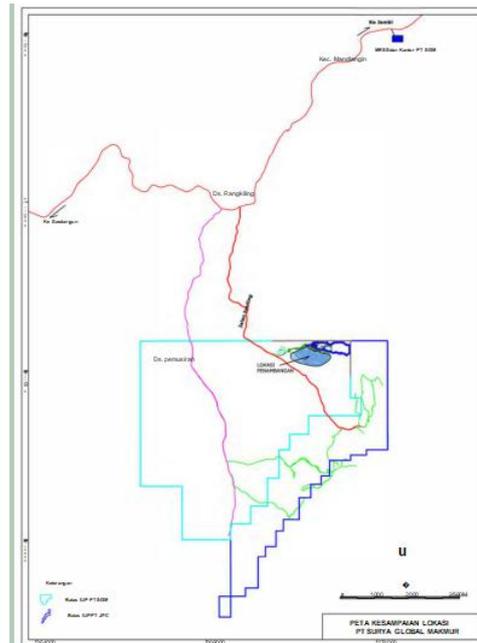
Setelah dilakukan analisis perhitungan *Six Big Losses*, perlu dilakukan perbaikan dari permasalahan yang menyebabkan menurunnya produktivitas alat. Perbaikan dilakukan dengan metode *Fishbone* dengan cara mencari sebab-akibat yang menyebabkan produksi pengupasan *overburden* tidak tercapai.

2 Lokasi Penelitian

Secara Lokasi wilayah IUP OP (Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi) PT. Surya Global Makmur secara administratif terletak di Desa Pemasiran, Kecamatan Mandiangin, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Secara geografis lokasi PT. Surya Global Makmur terletak pada posisi 207°00" LS – 209°20"LS dan 120054'21" BT – 120054'21" BT. PT. Surya Global Makmur dapat dicapai dari Kota Padang dengan menggunakan rute perjalanan sebagai berikut:

- Dari Padang ke Jambi menggunakan penerbangan regular (selama 1 jam 20 menit) kemudian menempuh jalan raya Jambi-Sarolangun sekitar 134 km (selama 3 jam) berhenti di Desa Rangkiling Kecamatan Mandiangin dilanjutkan dengan menempuh jalan pengerasan dan jalan tanah 10 km (30 menit) menuju daerah penelitian.
- Dari Padang ke Jambi menggunakan kendaraan roda dua dan roda empat menempuh jalan lintas tengah Sumatera yang memakan waktu 12 jam.

Adapun peta lokasi kesampaian daerah PT. Surya Global Makmur dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Kesampaian Daerah^[1]

3 Kajian Teori

Metode penambangan secara umum terbagi menjadi dua macam antara lain tambang terbuka (*surface mining*) dan tambang dalam (*underground mining*). Tambang terbuka biasanya dilakukan dengan cara pengupasan *overburden* atau lapisan tanah penutup untuk mendapatkan material yang telah direncanakan sebagai target produksi. Pada *surface mining*, semua aktifitasnya berhubungan langsung dengan udara luar. Sedangkan *underground mining* dilakukan tanpa berhubungan langsung dengan udara luar^[2].

Kegiatan penambangan yang sedang dilakukan oleh PT. Surya Global Makmur menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode konvensional. Metode ini menggunakan *excavator* sebagai alat gali muat dan *dump truck* sebagai alat angkut.

3.1 Waktu Edar Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Waktu edar alat gali – muat terdiri dari waktu penggalan material yakni waktu yang diperlukan *excavator* untuk memuat bahan galian, waktu *swing* isi yakni waktu yang diperlukan *excavator* untuk menggerakkan lengannya keatas bak *dump truck* dengan kondisi *bucket* sedang terisi bahan galian, waktu menumpahkan muatan yakni waktu yang diperlukan *excavator* untuk mencurahkan bahan galian kedalam bak *dump truck*, dan waktu *swing* kosong yakni waktu yang diperlukan *excavator* untuk menggerakkan lengannya kembali ke tumpukan bahan galian dengan kondisi *bucket* kosong. Maka formulasi perhitungan waktu edar alat gali muat yaitu^[3]:

$$C_m = T_{ex} + T_{swl} + T_{du} + T_{sve} \quad (1)$$

Keterangan :

C_m = Cycle time gali-muat (detik)

T_{ex} = Waktu *excavating* (detik)

T_{swl} = Waktu *swing loaded* (detik)

Tdu = Waktu *dumping* (detik)

Tswe = Waktu *swing empty* (detik)

Waktu edar sangat penting pengaruhnya terhadap produksi kerja alat karena waktu edar menjadi variabel dalam perhitungan jumlah *ritase* yang dapat dilakukan dalam satu jam kerja. Semakin kecil waktu edar maka akan semakin besar juga jumlah produktivitas yang akan dihasilkan. Maka formulasi perhitungan waktu edar alat angkut yaitu^[3]:

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

Keterangan :

Ta1 = Waktu mengatur posisi untuk diisi muatan (menit)

Ta2 = Waktu diisi muatan (menit)

Ta3 = Waktu mengangkut muatan (menit)

Ta4 = Waktu *manuver* alat angkut

Ta5 = Waktu menumpahkan muatan (menit)

Ta6 = Waktu kembali kosong (menit)

3.2 Produktivitas Alat

3.2.1 Produktivitas Alat Gali Muat

Kemampuan produktivitas alat gali muat adalah besar produktivitas yang dicapai dalam kenyataan alat gali muat berdasarkan kondisi yang dapat dicapai saat ini. Untuk memperkirakan produktivitas alat gali muat, dapat digunakan rumus berikut ini^[3]:

$$q = q_1 \times k \quad (3)$$

Keterangan:

q = Kapasitas produksi persiklus (m³, cu yd³)

q₁ = Kapasitas *bucket* (m³, cu yd³)

k = *bucket fill Factor*

Setelah mengetahui kapasitas dari *bucket excavator*, dapat dihitung produktivitas tersebut yaitu dengan rumus berikut^[4]:

$$Q = q \times 3600 / CM \times E \quad (4)$$

Keterangan:

Q = Produksi perjam (m³/jam)

q = Kapasitas produksi persiklus (m³, cu yd³)

Cm = *Cycle time* (detik)

E = Efisiensi kerja

3.2.2 Produktivitas Alat Angkut

Terkait dengan alat angkut dimana produktivitas sangat dipengaruhi oleh jarak, maka itu proses penganalisaan terhadap produktivitas alat angkut akan terfokuskan terhadap pengaruh jarak dari pengangkutan terhadap produktivitas alat angkutnya. Dalam perhitungan produktivitas alat angkut, perlu dihitung kapasitas *vessel dump truck* dengan persamaan^[3]:

$$C = n \times q_1 \times k \quad (5)$$

Keterangan:

C = Produksi persiklus (m³, cu yd³)

n = jumlah pengisian alat muat ke alat angkut

q₁ = Kapasitas *bucket* (m³, cu yd³)

k = *bucket fill Factor*

Sedangkan untuk estimasi jumlah *dump truck* yang diperlukan (M) rumusnya adalah sebagai berikut:

$$M = \frac{\text{waktu edar dump truck}}{\text{waktu loading}} = \frac{Cmt}{n \times Cms} \quad (6)$$

Keterangan:

M = Jumlah *dump truck* yang dioperasikan

n = Jumlah *bucket* yang diperlukan untuk pengisian

Cms = Waktu edar alat gali muat (menit)

Cmt = Waktu edar *dump truck* (menit)

Analisis produktivitas *dump truck* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = C \times 60 / Cmt \times Et \times M \quad (7)$$

Keterangan:

P = Produktivitas *dump truck* (m³/jam)

C = Produksi persiklus (m³, cu yd³)

Cmt = Waktu Siklus *dump truck*

Et = Efisiensi *dump truck*

M = Jumlah *dump truck* yang dioperasikan

3.3 Ketersediaan Penggunaan Alat

Ada beberapa pengertian yang dapat menunjukkan keadaan peralatan sesungguhnya dan efektifitas pengoperasiannya antara lain^{[3][4]}:

3.3.1 Mechanical availability (MA)

Mechanical availability adalah suatu cara untuk mengetahui kondisi peralatan yang sesungguhnya dari alat yang dipergunakan. Persamaannya adalah:

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100 \% \quad (8)$$

Keterangan:

W = Jam kerja efektif alat

R = Jam perbaikan alat

S = Jam *standby* alat

3.3.2 Physical availability (PA)

Physical availability adalah catatan ketersediaan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaannya adalah:

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100 \% \quad (9)$$

3.3.3 Use Of availability (UA)

Angka *Use of availability* dapat memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak untuk dapat dimanfaatkan, hal ini dapat dijadikan suatu ukuran seberapa baik pengelolaan pemakaian peralatan. Persamaannya adalah:

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100 \% \quad (10)$$

3.3.4 Effective Utilization (EUT)

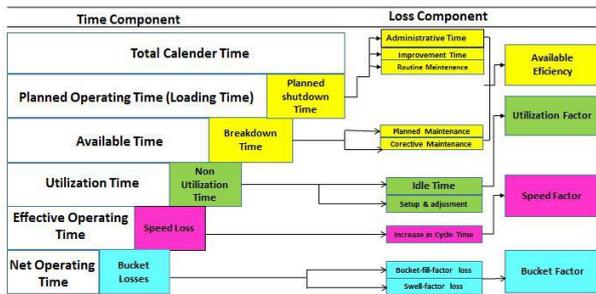
Effective Utilization merupakan cara untuk menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Persamaannya adalah:

$$Eut = \frac{W}{W + R + S} \times 100 \% \quad (11)$$

3.4 Metode Overall Equipment Effectiveness

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur dalam penerapan metode Total Productive Maintenance. Overall Equipment Effectiveness berguna untuk menjaga mesin atau peralatan tetap dalam kondisi ideal dengan menghapuskan Six Big Losses pada mesin atau peralatan. Six Big Losses merupakan penyebab peralatan produksi tidak beroperasi dengan normal yaitu: *breakdown losses, set up or adjustment losses, stoppages losses, speed losses, rework losses dan defect losses*.^{[5][6]}

Adapun komponen OEE dan semua losses yang terkait dengan *time, speed* dan *bucket-capacity utilization* untuk peralatan yang digunakan dalam industri penggalian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Komponen OEE

Berikut adalah faktor yang akan di hitung pada komponen OEE^[7]:

a. Availability Factor (A)

Ketersediaan alat dengan suatu peralatan yang operasi dapat diitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = \frac{AT}{TT} \quad (12)$$

Dimana:

AT = Available time

TT = Total calendar time

b. Utilization Factor (U)

Maksudnya adalah pemanfaatan menandakan penggunaan produktif jam tersedia dapat dihitung dengan perasamaan:

$$U = \frac{UT}{AT} \quad (13)$$

Dimana:

UT = Utilization time

AT = Available time

c. speed Factor (S)

Faktor kecepatan adalah ratio waktu siklus yang direncanakan dengan waktu siklus aktual, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{CTp}{CTa} \quad (14)$$

Dimana:

CTp = Planned cycle time

CTa = Aktual cycle time

d. Bucket Fill Factor (B)

Yaitu menandakan kegunaan produktif kapasitas *bucket*, kuantitas *bucket* yang dimuat secara aktual dibandingkan dengan output aktual:

$$B = \frac{Oac}{Opc} \quad (15)$$

e. OEE Of BELT Equipment

Dari persamaan diatas didapatkan:

$$OEE = \frac{AA}{TT} \times \frac{UT}{AT} \times \frac{EOT}{UT} \times \frac{NOT}{EOT} = \frac{NOT}{TT} \quad (16)$$

Untuk menghitung produksi pada waktu tertentu dapat digunakan rumus:

$$O = Opc \times \frac{TT \times 3600}{CTp} \times OEE \quad (17)$$

Maka diperoleh O yaitu output produksi dalam jangka waktu tertentu (m³).

3.5 Diagram Fishbone

Diagram *Fishbone* (diagram tulang ikan) atau biasa disebut diagram *cause and effect* (diagram sebab akibat) adalah alat yang membantu mengidentifikasi, memilah, dan menampilkan berbagai penyebab dari suatu masalah. Diagram ini menggambarkan hubungan antara masalah dengan semua faktor penyebab yang mempengaruhi masalah tersebut. Diagram ini kadang-kadang disebut diagram ishikawa karena ditemukan oleh Kaoru Ishikawa. Langkah-langkah untuk menyusun dan menganalisa diagram *Fishbone* sebagai berikut^[8-9]:

a. Identifikasi dan definisikan dengan jelas hasil atau akibat yang akan dianalisis

- 1) Hasil atau akibat disini adalah karakteristik dari kualitas tertentu, permasalahan yang terjadi pada kerja, tujuan perencanaan, dan sebagainya.
- 2) Gunakan definisi yang bersifat operasional untuk hasil atau akibat agar mudah dipahami.
- 3) Hasil atau akibat dapat berupa positif (suatu tujuan, hasil) atau negatif (suatu masalah, akibat). Hasil atau akibat yang negatif yaitu berupa masalah biasanya lebih mudah untuk dikerjakan. Lebih mudah bagi kita untuk memahami sesuatu yang sudah terjadi (kesalahan) daripada menentukan sesuatu yang belum terjadi (hasil yang diharapkan).
- 4) Dapat menggunakan diagram pareto untuk membantu menentukan hasil atau akibat yang akan dianalisis.

b. Gambar garis panah *horizontal* ke kanan yang akan menjadi tulang belakang

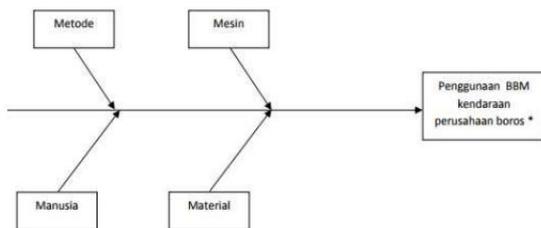
- 1) Disebelah kanan garis panah, tulis deskripsi singkat hasil atau akibat yang dihasilkan oleh proses yang akan dianalisis.
- 2) Buat kotak yang mengelilingi hasil atau akibat tersebut seperti gambar 3.



Gambar 3. Hasil atau Akibat

c. Identifikasi penyebab-penyebab utama yang memengaruhi hasil atau akibat

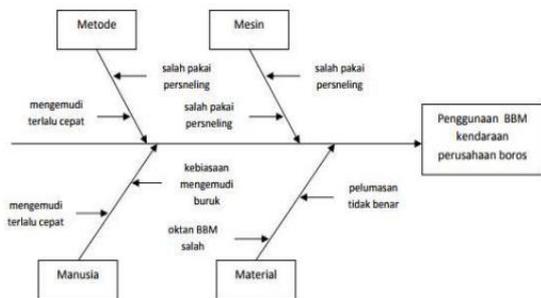
- 1) Penyebab ini akan menjadi label cabang utama diagram dan menjadi kategori yang akan berisi berbagai penyebab yang menyebabkan penyebab utama.
- 2) Untuk menentukan penyebab utama seringkali merupakan pekerjaan yang tidak mudah. Untuk itu kita dapat mencoba memulai dengan menulis daftar seluruh penyebab yang mungkin. Kemudian penyebab-penyebab tersebut dikelompokkan berdasarkan hubungannya satu sama lain. Untuk membantu, mengelompokkan, mengkategorikan penyebab ini ada beberapa pedoman yang dapat digunakan.
- 3) Tulis penyebab utama tersebut disebelah kiri kotak hasil atau akibat, beberapa tulis diatas garis horizontal, selebihnya dibawah garis.
- 4) Buat kotak untuk masing-masing penyebab utama tersebut seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Penyebab Utama Disebelah Kiri Kotak Hasil atau Akibat

d. Untuk setiap penyebab utama, identifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab dari penyebab utama

- 1) Identifikasi sebanyak mungkin faktor penyebab dan tulis sebagai sub cabang utama.
- 2) Jika penyebab-penyebab *minor* menjadi penyebab dari lebih dari satu penyebab utama, tuliskan pada semua penyebab utama tersebut seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Penyebab *Minor* Menjadi Penyebab dari Satu Penyebab Utama

3.6 Six Big Losses

Setelah menghitung data produksi dan nilai OEE, selanjutnya menganalisis produktivitas dan efisiensi excavator Komatsu PC 400-18 pada *Six Big Losses*. Adapun 6 kerugian besar (*Six Big Losses*) tersebut adalah^[10]:

a. *Downtime losses*

Downtime adalah kurangnya waktu produksi yang terjadi akibat gangguan dari internal maupun eksternal.

1) *Breakdown Losses*

Besarnya presentase efektivitas alat yang hilang akibat faktor *breakdown losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (18)$$

2) *Setup And Adjustment Losses*

Setup and adjustment losses merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan *warm up* mesin mulai dari mesin itu berhenti sampai beroperasi dengan normal. Besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang akibat faktor *setup and adjustment losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Setup and Adjustment Losses} \\ = \frac{\text{Setup Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \end{aligned} \quad (19)$$

b. *Speed Losses*

Speed loss terjadi jika suatu mesin beroperasi tidak sesuai dengan kecepatan spesifikasi maksimumnya. Hal ini diakibatkan karena terjadi suatu keausan akibat mesin terlalu panas.

1) *Idling and Minor Stoppages Losses*

Untuk mengetahui besarnya efektivitas yang hilang yang diakibatkan oleh *idling and minor stoppages losses* maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Idling \& Minor Stoppages Losses} \\ = \frac{\text{Non Pr oductive}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \end{aligned} \quad (20)$$

2) *Reduced Speed Losses*

Untuk mengetahui besarnya efektivitas yang hilang akibat oleh *reduced speed losses* maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Reduced Speed Losses} \\ = \frac{\text{OT} - (\text{Ideal Cycle TimexPA})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \end{aligned} \quad (21)$$

c. *Defect Loss*

1) *Rework Loss*

Merupakan hasil produksi yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan dan masih dapat dikerjakan ulang. Untuk mengetahui persentase faktor efektivitas penggunaan alat dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rework Losses} \\ = \frac{\text{Ideal Cycle Timex Re work}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \end{aligned} \quad (22)$$

2) Yield/Scrap Loss

Untuk mengetahui presentase faktor *yield/scrap losses* yang mempengaruhi efektivitas penggunaan alat dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Scrap Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (23)$$

4 Metode Penelitian

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif yang mengacu kepada penelitian eksperimen. Metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu^[1]. Penelitian ini menggunakan data yang dikumpulkan bersifat kuantitatif atau juga dapat dikuantitatifkan. Berdasarkan jenis penggunaannya, penelitian ini juga termasuk dalam metode penelitian terapan (*applied research*).

4.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah teknik observasi dan sebagian besar data yang dipakai adalah data sekunder yang didapatkan dari perusahaan.

4.2.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan pencarian bahan pustaka terhadap masalah yang akan dibahas meliputi studi tentang analisis mengenai produksi penambangan melalui berbagai percobaan, buku-buku, jurnal atau laporan studi yang sudah ada.

4.2.2 Pengambilan Data

Pelaksanaan penelitian ini penulis menggunakan dua metode pengambilan data yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Pada penelitian ini didapatkan data primer berupa data *cycle time excavator* untuk pengupasan *overburden* dari *front area* menuju *disposal area*.

2. Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini yaitu data curah hujan, peta kesampaian daerah, peta geologi, jam jalan alat gali muat, target produksi dan hasil produksi aktual bulan Januari-Oktober tahun 2019.

4.2.3 Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh diolah dengan menggunakan perhitungan, selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, diagram, atau perhitungan penyelesaian.

4.2.4 Pembahasan

Hasil pengolahan data berupa produktivitas alat, produksi alat, waktu efektif baru setelah dilakukan analisis dan ketercapaian target produksi.

4.2.5 Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari kegiatan penelitian dengan melakukan penyusunan laporan berdasarkan data-data yang telah diperoleh dari pengamatan, pengukuran, dan percobaan.

4.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya didapatkan pendekatan penyelesaian masalah. Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan penulis menggunakan rumus-rumus melalui literatur yang ada untuk menganalisis data.

5 Hasil dan Pembahasan

5.1 Data

5.1.1 Jadwal Kerja

Jam kerja kegiatan penambangan pada PT. Surya Global Makmur terdiri dari 2 *shift* kerja perharinya dengan distribusi waktu kerja yang berbeda pada tiap hari kerjanya yaitu 10 jam/*shift* atau 20 jam/hari pada hari Senin-Kamis serta Sabtu-Minggu sedangkan untuk hari Jum'at 19,5 jam/hari. Adapun jadwal kerja pada PT. Surya Global Makmur setiap harinya dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Jadwal Kerja PT. Surya Global Makmur^[1]

Hari	Shift	Jam Kerja	Kegiatan	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)
Senin-Kamis Sabtu-Minggu	I	06:00-06:30	Pergantian Shift	30	0,5
		06:30-07:05	Angkut Karyawan	35	0,58
		07:05-7:10	P5M	5	0,08
		7:10-7:20	P2H	10	0,17
		7:20-12:00	Kerja Produktif	280	4,67
		12:00-13:00	Istirahat	60	1
		13:00-17:30	Kerja Produktif	270	4,5
		17:30-18:00	Angkut Karyawan	30	0,50
	Total			720	12
	II	18:00-18:30	Pergantian Shift	30	0,5
		18:30-19:05	Angkut Karyawan	35	0,58
		19:05-19:10	P5M	5	0,08
		19:10-19:20	P2H	10	0,17
		19:20-00:00	Kerja Produktif	280	4,67
00:00-01:00		Istirahat	60	1	
01:00-05:30		Kerja Produktif	270	4,5	
05:30-06:00		Angkut Karyawan	30	0,50	
Total			720	12	
Jum'at	I	06:00-06:30	Pergantian Shift	30	0,5
		06:30-07:05	Angkut Karyawan	35	0,58
		07:05-7:10	P5M	5	0,08
		7:10-7:20	P2H	10	0,17
		7:20-10:51	Kerja Produktif	211	3,52
		10:51-13:00	Sholat Jumat	129	2,15
		13:00-13:30	Istirahat	30	0,5
		13:30-13:35	P5M	5	0,08
	13:35-13:40	P2H	5	0,08	
	13:40-17:30	Kerja Produktif	230	3,83	
	17:30-18:00	Angkut Karyawan	30	0,5	
	Total			720	12
	II	18:00-18:30	Pergantian Shift	30	0,5
		18:30-19:05	Angkut Karyawan	35	0,58
19:05-19:10		P5M	5	0,08	
19:10-19:20		P2H	10	0,17	
19:20-00:00		Kerja Produktif	280	4,67	
00:00-01:00		Istirahat	60	1	
01:00-05:30		Kerja Produktif	270	4,5	
05:30-06:00		Angkut Karyawan	30	0,50	
Total			720	12	

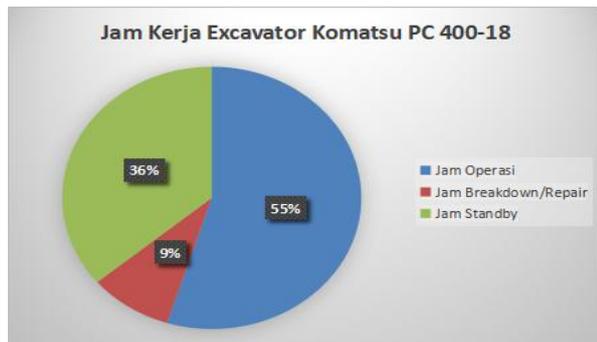
5.1.2 Jam Kerja Excavator Komatsu PC 400-18

Adapun data jam kerja *excavator* Komatsu PC 400-18 bulan Oktober 2019 pada tabel 3.

Tabel 3. Data Jam Kerja *excavator* Komatsu PC 400-18

Jam Tersedia (jam)	Jam Operasi (jam)	Jam Repair / Breakdown (jam)	Jam Standby (jam)
744	408,1	67,25	268,65

Berikut adalah diagram data jam kerja *Excavator* Komatsu PC 400-18 bulan Oktober 2019.



Gambar 6. Diagram Jam Kerja *Excavator* Komatsu PC 400-18

Dari tabel 3 maka dapat dihitung MA, UA, PA, dan EU. Adapun MA, UA, PA, dan EU dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai MA, UA, PA, dan EU *Excavator* Komatsu PC 400-18

MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
85,85	90,96	60,30	54,48

5.1.3 Data Waktu Edar Alat Gali Muat

Berdasarkan pengamatan dilapangan maka diperoleh data waktu edar *excavator* Komatsu PC 400-18 yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Data Rata-rata Waktu Edar *Excavator* Komatsu PC 400-18

Digging (detik)	swing Isi (detik)	dumping (detik)	swing Kosong (detik)	Total CT (detik)
6,00	6,61	4,28	6,19	23,08

5.2 Analisis dan Pembahasan

5.2.1 Perhitungan Produktivitas Excavator Komatsu PC 400-18

Diketahui:

- q1 = 2,6 m³ (Lampiran C)
- k = 1 (Lampiran C)
- Cm = 23,08 detik (Lampiran E)
- E = 0,55 (lampiran D)
- SF = 0,74 (lampiran C)

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \times SF$$

$$Q = \frac{q_1 \times k \times 3600 \times E}{Cm} \times SF$$

$$Q = \frac{2,6 \text{ m}^3 \times 1 \times 3600 \text{ detik / jam} \times 0,55}{23,08 \text{ detik}} \times 0,74$$

$$Q = 165,06 \text{ bcm / jam}$$

Jadi, rata-rata produktivitas *excavator* Komatsu PC 400 18 bulan Oktober 2019 adalah 165,06 bcm/jam dari target produktivitas sebesar 200 bcm/jam dapat disimpulkan pada bulan Oktober 2019 produktivitas *excavator* Komatsu PC 400-18 tidak mencapai target.

5.2.2 Perhitungan Produksi dengan Menggunakan Metode OEE

Berikut ini adalah hasil perhitungan produksi dengan menggunakan metode OEE alat gali muat Komatsu PC 400-18 bulan Oktober 2019.

Tabel 6. Available time, Cycle time Rencana dan Aktual, serta Kapasitas bucket rencana dan aktual

TT (jam)	CTp (detik)	CTa (detik)	Opc (m ³)	Oac (m ³)
744	20	23,08	2,6	1,92

Tabel 7. Hasil Perhitungan OEE *Excavator* Komatsu PC 400-18

A	U	S	B	OEE	O (m ³)	O (m ³) (aktual)
1	0,55	0,87	0,92	0,44	122.217,82	67.360,99

Dari hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* OEE *excavator* Komatsu PC 400-18 bulan Oktober 2019 diperoleh nilai OEE adalah 0,44 ini berarti keefektifan penggunaan peralatan secara keseluruhan hanya 44% yang kurang dari standar OEE kelas dunia yaitu 85%. Dari hasil perhitungan dengan metode OEE juga diperoleh hasil produksi *excavator* Komatsu PC 400-18 sebesar 67.360,99 bcm dari target produksi 75.700 bcm yang mana produksi *overburden* tidak mencapai target produksi.

5.2.3 Perhitungan Six Big Losses

Setelah menghitung data produksi dan nilai OEE, selanjutnya menganalisis produktivitas dan efisiensi *excavator* Komatsu PC 400-18 pada *Six Big Losses*. Adapun 6 kerugian besar (*Six Big Losses*) tersebut adalah^[9]:

1) Breakdown Losses

Besarnya presentase efektivitas alat yang hilang akibat faktor kerusakan alat (*breakdown losses*) terdapat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan *Breakdown Losses excavator Komatsu PC 400-18*

Bulan	Breakdown (Jam)	Loading Time (jam)	Breakdown Looses (%)
Januari	77,233	744	10,381
Februari	8,383	672	1,248
Maret	1,933	732	0,264
April	0	722	0
Mei	37,833	746	5,071
Juni	4,017	720	0,558
Juli	27,817	744	3,739
Agustus	18,083	744	2,431
September	10,917	720	1,516
Oktober	67,250	744	9,039

2) *Setup And Adjustment Losses*

Besarnya presentase efektivitas alat yang hilang akibat faktor *set up and adjustment losses* terdapat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Setup and Adjustment Losses Excavator Komatsu PC 400-18*

Bulan	Loading Time (jam)	Setup Time (jam)	Setup and Adjustment (%)
Januari	744	25,6	3,441
Februari	672	24,98	3,717
Maret	732	23,93	3,269
April	722	19,1	2,647
Mei	746	23,78	3,188
Juni	720	21,3	2,958
Juli	744	25,2	3,387
Agustus	744	25,23	3,391
September	720	21,45	2,979
Oktober	720	25,9	3,481

3) *Idling and Minor Stoppages Losses*

Besarnya presentase efektivitas alat yang hilang akibat faktor *Idling and Minor Stoppages Losses* terdapat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perhitungan *Idling And Minor Stoppages Losses Excavator Komatsu PC 400-18*

Bulan	Loading Time (jam)	Non Productive (jam)	Idling and Minor Stoppages (%)
Januari	744	37,250	5,007
Februari	672	34,050	5,067
Maret	732	28,433	3,884
April	722	28,450	3,943
Mei	746	28,417	3,809
Juni	720	23,300	3,236
Juli	744	27,200	3,656
Agustus	744	25,217	3,389
September	720	21,450	2,979
Oktober	744	30,9	4,153

4) *Reduced Speed Losses*

Besarnya presentase efektivitas alat yang hilang akibat faktor *reduced speed losses* terdapat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil Perhitungan *Reduced Speed Losses excavator Komatsu PC 400-18*

Bulan	Processed Amount (bcm)	Ideal cycle time (jam/bcm)	Operation Time (jam)	Loading Time (jam)	Reduced Speed Losses (%)
Januari	34.920,60	0,005	343,75	744	22,735
Februari	24.796,20	0,005	216,95	672	13,835
Maret	37.815,61	0,005	348,817	732	21,822
April	28.463,06	0,005	285,533	722	19,850
Mei	39.664,95	0,005	394,917	746	26,353
Juni	38.034,30	0,005	346,7	720	21,740
Juli	57.763,65	0,005	455,8	744	22,444
Agustus	64.363,46	0,005	478,783	744	21,098
September	72.841,60	0,005	440,55	720	10,603
Oktober	63.970,40	0,005	408,1	744	11,861

3) *Rework Loss*

Besarnya presentase efektivitas alat yang hilang akibat faktor *rework losses* terdapat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil Perhitungan *Rework Losses excavator Komatsu PC 400-18*

Bulan	Loading Time (jam)	Ideal cycle time (jam/bcm)	Rework (bcm)	Rework losses (%)
Januari	744	0,005	0	0
Februari	672	0,005	0	0
Maret	732	0,005	0	0
April	722	0,005	0	0
Mei	746	0,005	0	0
Juni	720	0,005	0	0
Juli	744	0,005	0	0
Agustus	744	0,005	0	0
September	720	0,005	0	0
Oktober	744	0,005	0	0

4) *Yield/Scrap Loss*

Besarnya presentase efektivitas alat yang hilang akibat faktor *scrap losses* terdapat pada tabel 9.

Tabel 13. Hasil Perhitungan *Scrap Losses Excavator Komatsu PC 400-18*

Bulan	Loading Time (jam)	Ideal cycle time (jam/bcm)	Scrap (bcm)	Scrap losses (%)
Januari	744	0,005	0	0
Februari	672	0,005	0	0
Maret	732	0,005	0	0
April	722	0,005	0	0
Mei	746	0,005	0	0
Juni	720	0,005	0	0
Juli	744	0,005	0	0
Agustus	744	0,005	0	0
September	720	0,005	0	0
Oktober	744	0,005	0	0

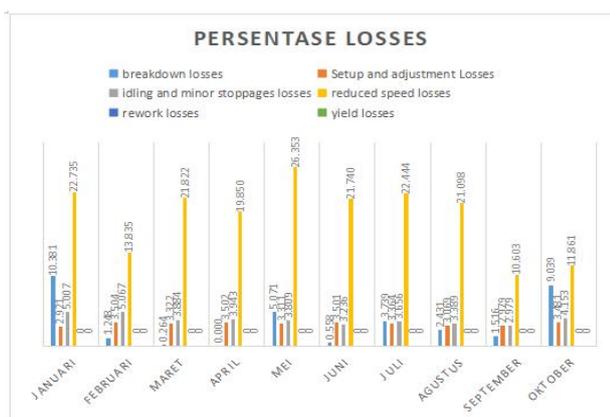
5.2.4 Analisis Perhitungan Six Big Losses

Setelah didapatkan hasil dari masing-masing *losses* atau kerugian setiap bulannya, maka dapat diketahui faktor apa yang memiliki nilai terbesar dari masing-masing bulan pada periode Januari-Oktober 2019. Adapun banyaknya persentase dari masing-masing *losses* dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Persentase Masing-Masing *Losses* Tiap Bulannya

Bulan	Breakdown Loss (%)	Setup and Adjustment Loss (%)	Idling and Minor Stoppages Loss (%)	reduced speed Loss (%)	Rework Loss (%)	Scrap Loss (%)
Januari	10,381	2,921	5,007	22,735	0	0
Februari	1,248	3,504	5,067	13,835	0	0
Maret	0,264	3,322	3,884	21,822	0	0
April	0,000	3,502	3,943	19,850	0	0
Mei	5,071	3,311	3,809	26,353	0	0
Juni	0,558	3,501	3,236	21,740	0	0
Juli	3,739	3,364	3,656	22,444	0	0
Agustus	2,431	3,069	3,389	21,098	0	0
September	1,516	2,979	2,979	10,603	0	0
Oktober	9,039	3,481	4,153	11,861	0	0

Dari tabel 14 tersebut dapat ditampilkan juga dalam bentuk grafik seperti pada gambar 7.



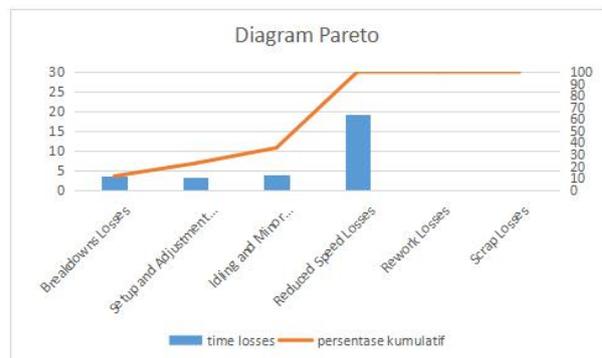
Gambar 7. Persentase Masing-masing *Losses* Bulan Januari-Oktober 2019

Setelah itu, dihitung rata-rata persentase masing-masing *losses* dan persentase kumulatifnya untuk periode Januari-Oktober 2019. Berikut rata-rata persentase setiap *losses* dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil Presentase Faktor *Six Big Losses Excavator Komatsu PC 400-18* Bulan Januari-Oktober 2019

No	Six Big Losses	Time losses (%)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	breakdowns losses	3,455	11,575	11,575
2	Setup and Adjustment losses	3,246	10,876	22,451
3	Idling and Minor Stoppages losses	3,912	13,107	35,558
4	reduced speed losses	19,234	64,442	100
5	Rework losses	0	0	100
6	Scrap losses	0	0	100
Jumlah		29,847	100	

Berdasarkan persentase kumulatif faktor *Six Big Losses* pada tabel 15, dapat digambarkan grafik Diagram Pareto pada gambar 8..

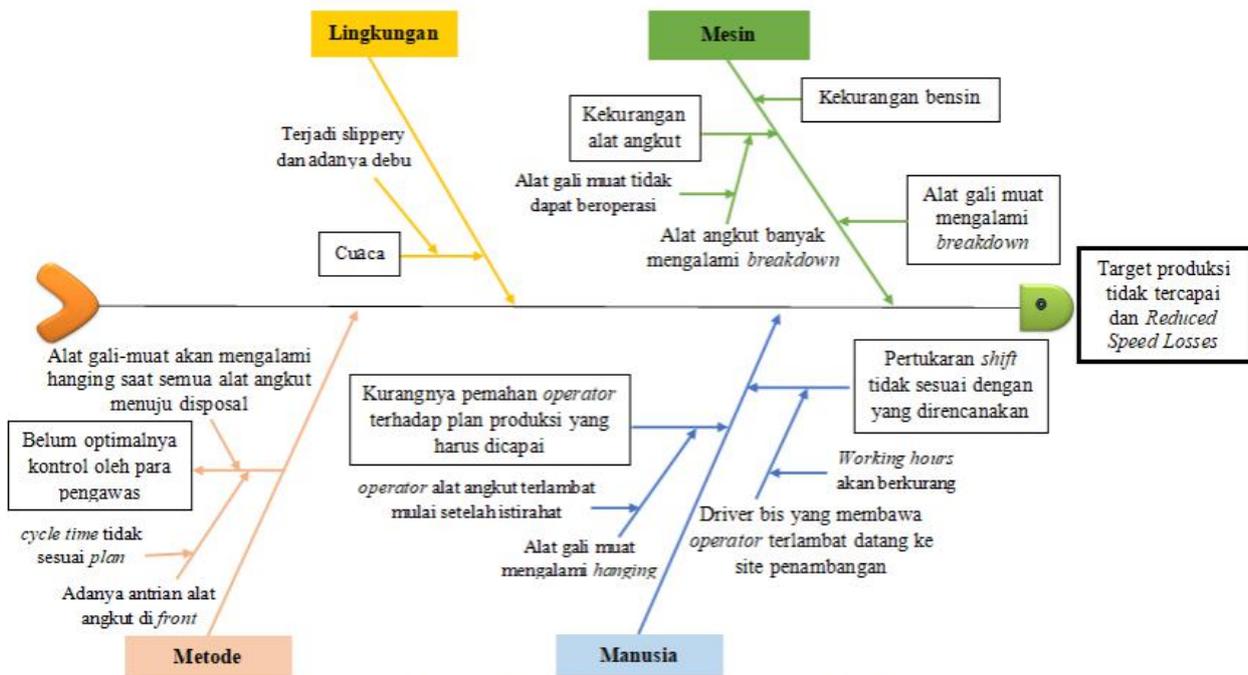


Gambar 8. Diagram Pareto *Six Big Losses*

Berdasarkan Diagram Pareto di atas, dapat diketahui bahwa *Six Big Losses* yang paling dominan adalah kerugian karena *reduced speed losses* dengan persentase 64,442%. Berdasarkan teori Nakajima mengenai klasifikasi *Six Big Losses* pada komponen *Overall Equipment Effectiveness (availability, performance efficiency, dan rate of quality product)*, dapat diketahui bahwa *Reduced speed losses* merupakan faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya *performance efficiency* alat. Maka faktor inilah yang menjadi prioritas permasalahan yang akan dibahas dengan menggunakan diagram *Fishbone* (sebab akibat).

5.2.5 Analisis Diagram Sebab Akibat (Fishbone)

Berdasarkan perhitungan *Six Big Losses* diketahui bahwa faktor yang memberikan kontribusi terbesar adalah *reduced speed losses* yang mana mempengaruhi *performance efficiency* alat. Adapun diagram *Fishbone* dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Diagram Fishbone Excavator Komatsu PC 400-18

Berdasarkan diagram Fishbone diatas dapat dilihat bahwa penyebab tidak tercapainya target produksi dan reduced speed losses dikarenakan banyak faktor baik itu dari mesin, manusia, lingkungan dan metode yang belum tepat dilakukan. Dari diagram Fishbone juga dapat diketahui bahwa faktor yang paling mempengaruhi adalah faktor mesin. Untuk dapat tercapai nilai OEE excavator Komatsu PC 400-18 diatas 85%, maka perlu dilakukan langkah-langkah untuk meminimalisir faktor-faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi dan faktor dominan dari Six Big Losses dalam hal ini adalah reduced speed losses. Berikut ini merupakan faktor penyebab yang dapat dilakukan guna meminimalisir losses seperti pada tabel 16.

Tabel 16. Usulan Strategi Pemecahan Masalah

No	Faktor Penyebab	Strategi Pemecahan Masalah
1	<p>Mesin:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Alat gali muat mengalami breakdown. ❖ Alat angkut banyak mengalami breakdown sehingga alat gali muat tidak dapat beroperasi karena kekurangan alat angkut. ❖ Kekurangan bensin sehingga alat gali muat mengalami hanging. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Perawatan alat lebih diawasi dan mekanik lebih cepat tanggap terhadap alat yang rusak. ❖ Selalu mengecek persediaan bensin dan lebih cepat tanggap ketika bensin sudah mau habis.

2	<p>Manusia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Driver bis yang membawa operator terlambat datang ke site penambangan sehingga pertukaran shift tidak sesuai dengan yang direncanakan. ❖ Operator alat angkut terlambat mulai setelah istirahat sehingga membuat alat gali muat menunggu di front. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Pengawasan dari operator atau pekerja lebih ditingkatkan. ❖ Pemberian sanksi tegas terhadap operator atau pekerja yang tidak disiplin. ❖ Pelatihan dan evaluasi rutin untuk meningkatkan kinerja operator.
3	<p>Lingkungan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debu mempengaruhi jarak pandang operator sehingga pengoperasian alat lebih berhati-hati. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Memaksimalkan penggunaan water spray untuk tetap menjaga jarak pandang operator.
4	<p>Metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Adanya antrian alat angkut di front. ❖ Alat gali muat mengalami hanging saat semua alat angkut menuju disposal 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Pengawas di lapangan lebih tanggap dan sering memonitoring kegiatan penambangan.

5.2.6 Perhitungan Produksi dengan Menggunakan Metode OEE Setelah Perbaikan

Berikut ini adalah hasil perhitungan produksi dengan menggunakan metode OEE setelah dilakukan perbaikan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi *performance efficiency* alat dan *reduced speed losses* seperti meminimalisir jam *standby* yang bisa dihindari (disebabkan oleh manusia) dan meningkatkan jam operasi *excavator* Komatsu PC 400-18.

Tabel 17. Hasil Perhitungan OEE Perbaikan *Excavator* Komatsu PC 400-18

A	U	S	B	OEE	O (m ³)	O (m ³) (aktual)
1	0,59	1	0,92	0,54	150.502,92	88.981,37

Pada perhitungan di atas dapat dilihat produksi *excavator* Komatsu PC 400-18 setelah dilakukan perbaikan meningkat sebesar 150.502,92 dan produksi aktual *excavator* Komatsu PC 400-18 meningkat menjadi 88.981,37 bcm yang mana mencapai target bahkan melebihi target produksi yaitu 80.600 bcm. Selain produksi, efisiensi kerja *excavator* Komatsu PC 400-18 juga meningkat sebesar 59%.

Namun, produksi masih bisa ditingkatkan karena standar OEE kelas dunia yaitu 85%. Sedangkan, nilai OEE setelah dilakukan perbaikan *excavator* Komatsu PC 400-18 adalah 54%.

6 Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

1. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC 400-18 bulan Oktober 2019 sebesar 165,06 bcm/jam dari produktivitas yang direncanakan adalah 200 bcm/jam.
2. Nilai OEE alat gali muat Komatsu PC 400-18 sebesar 0,44 dan produksi *excavator* Komatsu PC 400-18 sebesar 67.360,99 bcm dari target produksi 80.600 bcm.
3. *Six Big Losses Excavator* Komatsu PC 400-18 periode bulan Januari-Oktober 2019 diperoleh persentase-persentase enam kerugian setiap bulan dan kerugian yang paling dominan adalah *Reduced Speed Losses* dengan persentase 64,442%.
4. Produksi dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* setelah dilakukan perbaikan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi *performance efficiency* alat maka diperoleh produksi *excavator* Komatsu PC 400-18 sebesar 84.791,27 bcm dari target produksi 66.495 bcm.
5. Nilai OEE alat gali muat Komatsu PC 400-18 setelah perbaikan masih sangat rendah yaitu 55%. Ini artinya nilai OEE alat belum mencapai nilai OEE standar kelas dunia yaitu >85% dan masih ada ruang untuk *improvement*.

6.2 Saran

1. Untuk mencapai target produksi maka para pekerja harus bekerja sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan dan perlu adanya pengawasan waktu yang lebih tegas untuk mencegah hambatan-hambatan waktu yang ada terutama untuk waktu hambatan yang bisa dihindari.
2. Diharapkan adanya perawatan terhadap alat berat agar tidak terjadi kerusakan pada alat saat sedang bekerja sehingga tidak mengganggu waktu kerja efektif yang nantinya dapat berdampak pada produktivitas alat.
3. Penanaman kesadaran kepada seluruh karyawan di lapangan untuk ikut serta berperan aktif dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi untuk perusahaan serta meningkatkan kemampuan operator dengan cara mengadakan pelatihan-pelatihan.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2019). Laporan *Department Engineering* PT. Surya Global Makmur, Jambi. Sarolangon: PT. Surya Global Makmur, Jambi.
- [2] Hustrulid, W. A., Kuchta, M., & Martin, R. K. (2013). *Open Pit Mine Planning and Design, Two Volume Set & CD-ROM Pack: V1: Fundamentals, V2: CSMine Software Package, CD-ROM: CS Mine Software*. CRC Press.
- [3] Anonim. (2009). *Specification and Application Handbook Edition 30*. Jepang: Komatsu.
- [4] Partanto, P. (1993). *Pemindahan Tanah Mekanis*. ITB. Bandung.
- [5] Nakajima, S. (Ed.). (1989). *TPM development program: implementing total productive maintenance*. Productivity press.
- [6] Triwardani, D. H., Rahman, A., & Mada Tantrika, C. F. (2013). Analisis overall equipment effectiveness (OEE) dalam meminimalisi six big losses pada mesin produksi dual filters DD07 (studi kasus: PT. Filtrona Indonesia, Surabaya, Jawa Timur). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 1(2), p379-391.
- [7] 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.
- [8] Murnawan, H. (2014). Perencanaan Produktivitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktivitas Dengan Metode Fishbone Di Perusahaan Percetakan Kemasan Pt. X. *HEURISTIC: Jurnal Teknik Industri*, 11(01).
- [9] Yusdinata, Z., & Bora, M. A. (2018). ANALISIS PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DENGAN MENGGUNAKAN METODE FISHBONE DIAGRAM. *Jurnal Teknik Ibnu Sina (JT-IBSI)*, 3(2).
- [10] Pinasthika, A. (2018). ANALISIS PERHITUNGAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) GUNA MENGURANGI

SIX BIG LOSSES DAN UPAYA PERBAIKAN
DENGAN PENDEKATAN KAIZEN 5S (Studi
Kasus: PT. PINDAD (PERSERO)).

- [11] Tarsito, S. (2014). Metode Penelitian Kuantitatif,
Kualitatif dan R&D. *Alfabeta. Bandung*.