

Evaluasi Efisiensi Alat Gali-Muat Terhadap Produktivitas Setelah *Delay Shift Change* pada Pembongkaran *Overburden* Bulan Februari 2019 di *Pit AB RTS (Roto South)* Tambang Batubara PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* PT. Kideco Jaya Agung

Natasha Nur Ananda^{1*}, and Yoszi Mingsi Anaperta¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*ananda29natasha@yahoo.co.id

Abstract. *Overburden* removal production at PT. Bukit Makmur Mandiri Utama jobsite PT. Kideco Jaya Agung uses large excavators that is Caterpillar 6020B and Komatsu PC2000. The average actual productivity at 07:00 - 08:00 a.m. on February 2019 at *Pit AB RTS (Roto South)* for one Caterpillar 6020B is 777 bcm/hour has not reached the target of 793 bcm/hour and five Komatsu PC2000 is 647 bcm/hour has not reached the target of 662 bcm/hour. Failure to achieve productivity targets due to obstacles after *delay shift change*. The excavators studied were Komatsu PC2000-07, PC2000-21, and PC2000-25 which had the most productivity not achieved. Standby hours affect work efficiency based on the theoretical formula of excavator productivity. Efforts are made to improve the work efficiency of excavators by looking at the root problems in the fishbone diagram and analyzing them so that they can be improvised solutions in increasing work efficiency. Factor of humans and methods is the most dominant factor causing productivity at 07:00 - 08:00 a.m. is not achieved. The amount of time is ineffective due to personal activities by the operator and the absence of control from the supervisor over the regulation of the number of haulers after *delay shift change*.

Keywords : Work Efficiency, Productivity, Excavator, Standby Hours, *Overburden*

1 Pendahuluan

PT. Bukit Makmur Mandiri Utama merupakan salah satu perusahaan kontraktor yang dipercaya oleh PT. Kideco Jaya Agung selaku pemegang PKP2B (Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara) untuk melakukan kegiatan penambangan batubara. Kegiatan penambangan dilakukan di dua lokasi yaitu *Pit AB RTS (Roto South)* dan *Pit M RTM (Roto Middle)*. Proses penambangan batubara yang dilakukan menggunakan metode penambangan tambang terbuka yaitu metode *open pit mining*.

Target produktivitas kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup untuk alat gali-muat Caterpillar 6020B sebesar 850 bcm/jam dan Komatsu PC2000 sebesar 710 bcm/jam. Akan tetapi, target produktivitas alat gali-muat pada pukul 07:00 – 08:00 hanya sebesar 93,3% dari target produktivitas tersebut, yaitu sebesar 793 bcm/jam untuk

Caterpillar 6020B dan 662 bcm/jam untuk Komatsu PC2000.

Penyebab target produktivitas alat gali-muat pada kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup pukul 07:00 – 08:00 lebih rendah dari target produktivitas jam lainnya dikarenakan adanya *delay shift change* yang ditargetkan terjadi pada pukul 06:56 – 07:04.

Rata-rata produktivitas aktual satu buah Caterpillar 6020B pada pukul 07:00 – 08:00 bulan Februari 2019 sebesar 777 bcm/jam dan lima buah Komatsu PC2000 sebesar 647 bcm/jam. Untuk mencapai target produktivitas alat gali-muat yang efektif dan efisien pada pukul 07:00 – 08:00, penulis akan mengkaji dan menganalisis hambatan-hambatan yang memengaruhi tidak tercapainya produktivitas pada alat gali-muat yang paling banyak memiliki produktivitas tidak tercapai pada pukul 07:00 – 08:00 di *Pit AB RTS (Roto South)*, yaitu Komatsu PC2000-07, Komatsu PC2000-21, dan Komatsu PC2000-25 dengan menggunakan metode *fishbone*.

2 Lokasi Penelitian

Lokasi pertambangan PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* PT. Kideco Jaya Agung terletak di Desa Batu Kajang, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur. Secara geografis, posisi PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* PT. Kideco Jaya Agung terletak pada 1°50'00" – 1°57'02" Lintang Selatan dan 115°51'00" – 115°56'00" Bujur Timur. Peta lokasi dan lokasi penambangan PT. Kideco Jaya Agung dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi PT. Kideco Jaya Agung, Batu Kajang, Kalimantan Timur^[1]

3 Kajian Teori

3.1 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Produktivitas Alat Mekanis

3.1.1 Sifat Fisik Material

Material yang digali oleh alat gali-muat memiliki sifat fisik dan karakteristik tertentu seperti:

1. Berat Jenis Material
2. Kekerasan Material
3. Kohesivitas Material
4. Bentuk Butiran Material
5. Daya Dukung Material
6. Pengembangan dan Penyusutan Material

3.1.2 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan. Penilaian tersebut didasarkan pada perbandingan antara waktu yang digunakan untuk melakukan pekerjaan dengan waktu kerja yang tersedia. Waktu kerja yang tersedia ini pastinya tidak digunakan sepenuhnya dikarenakan pada kondisi aktualnya dalam melakukan pekerjaan akan ditemukan hambatan baik dari operator, alat mekanis, maupun hambatan dari luar.^[2, 3]

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu kerja produktif dengan waktu kerja yang tersedia, dinyatakan dalam persen (%).^[4, 5, 6] Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja adalah sebagai berikut:^[7]

$$E_k = (W_e/W_t) \times 100\% \quad (1)$$

3.1.3 Ketersediaan Alat

Dengan diketahuinya jam kerja dari *excavator*, maka dapat diukur ketersediaan dari *excavator* yang digunakan dalam menggali material. Ketersediaan alat berpengaruh langsung terhadap kinerja serta produktivitas dari *excavator* yang diamati.^[2, 3]

1. *Physical availability* merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaannya adalah:^[2, 7, 8]

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \quad (2)$$

2. *Use of availability* menunjukkan berapa persen waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan (*available*). Persamaannya adalah:^[2, 7, 8]

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \quad (3)$$

3. *Effective utilization* menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. *Effective utilization* sebenarnya sama dengan pengertian efisiensi kerja. Persamaannya adalah:^[2, 7, 8]

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

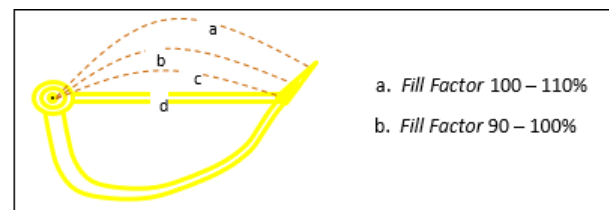
4. *Mechanical Availability* merupakan suatu cara untuk mengetahui kondisi mekanis yang sesungguhnya dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaan untuk *mechanical availability* adalah sebagai berikut:^[2, 7, 8]

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \quad (5)$$

3.1.4 Bucket Fill Factor

Bucket Fill Factor merupakan perbandingan antara volume material nyata yang dimuat oleh *bucket* dengan volume kapasitas teoritis *bucket* yang dinyatakan dalam %.^[9] Terdapat beberapa jenis kapasitas *bucket* (dapat dilihat pada Gambar 2) yang perlu diperhatikan:

1. Kapasitas munjung (*heaped capacity*)
2. Kapasitas peres (*struck capacity*)
3. Kapasitas batas muatan statis (*static tipping load*)



Gambar 2. Ilustrasi *Fill Factor* pada *Bucket*^[10]

Berdasarkan persamaan Eugene P. PFleider (1972),^[11] *bucket fill factor* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_n = \left(\frac{\text{rata-rata payload}}{\text{density loose}} \right) \times \frac{1}{\text{rata-rata passing}} \quad (6)$$

$$K = \frac{V_n}{V_t} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan:

K = Faktor pengisian mangkuk (*bucket fill factor*) (%)

V_n = Volume material (m^3)

V_t = Volume munjung (*heaped*) (m^3)

Tabel 1. *Bucket Fill Factor* Alat Gali-Muat^[12]

PC2000	Kondisi Penggalian	Faktor Pengisian Mangkuk
Mudah	Penggalian tanah berlempung dan tanah humus	1.1 ~ 1.2
Sedang	Penggalian tanah berpasir dan tanah kering	1.0 ~ 1.1
Agak Sukar	Penggalian tanah berpasir dengan kerikil	0.8 ~ 0.9
Sukar	Pemuatan batuan hasil peledakan	0.7 ~ 0.8

3.1.5 Swell Factor

Swell adalah pengembangan volume suatu material setelah digali dari tempatnya. Apabila material digali dari tempat aslinya, maka akan terjadi pengembangan volume (*swell*). Angka-angka faktor pengembangan (*swell factor*) setiap klasifikasi tanah atau material berbeda sesuai dengan jenis tanahnya seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Isi dan Faktor Pengembangan dari Berbagai Material^[2]

Macam Material	Bobot isi (density) lb/cu yd in-situ	<i>Swell Factor</i> (in-bank correction factor)
Bauksit	2700 – 4325	0,75 (75%)
Tanah liat, kering	2300	0,85
Tanah liat, basah	2800 – 3000	0,82 – 0,80
Antrasit (<i>anthracite</i>)	2200	0,74
Batubara bituminus (<i>bituminous coal</i>)	1900	0,74
Bijih tembaga (<i>copper ore</i>)	3800	0,74
Tanah biasa, kering	2800	0,85
Tanah biasa, basah	3370	0,85
Tanah biasa, bercampur pasir, dan kerikil (<i>gravel</i>)	3100	0,90
Kerikil kering	3250	0,89
Kerikil basah	3600	0,88
Granit, pecah – pecah	4500	0,67 – 0,56

Macam Material	Bobot isi (density) lb/cu yd in-situ	<i>Swell Factor</i> (in-bank correction factor)
Hematit, pecah – pecah	6500 – 8700	0,45
Bijih besi (<i>iron ore</i>), pecah – pecah	3600 – 5500	0,45
Batu kapur, pecah – pecah	2500 – 4200	0,60 – 0,57
Lumpur	2160 – 2970	0,83
Lumpur, sudah ditekan (<i>packed</i>)	2970 – 3510	0,83
Pasir, kering	2200 – 3250	0,89
Pasir, basah	3300 – 3600	0,88
Serpilh (<i>shale</i>)	3000	0,75
Batu sabak (<i>slate</i>)	4590 – 4860	0,77

3.1.6 Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Gali-Muat

Waktu edar (*cycle time*) merupakan waktu yang dibutuhkan sebuah alat gali-muat untuk menjalani satu siklus. Semakin besar waktu edar dari alat gali-muat maka semakin kecil produktivitas dari alat tersebut, begitu juga sebaliknya. Untuk menentukan perhitungan *cycle time* alat gali-muat maka digunakan persamaan sebagai berikut:^[11]

$$C_m = T_{ex} + T_{swl} + T_{du} + T_{swe} \quad (8)$$

Keterangan:

C_m = *Cycle time* gali-muat (detik)

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

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

T_{du} = Waktu *dumping* (detik)

T_{swe} = Waktu *swing empty* (detik)

3.1.7 Efisiensi Operator

Faktor manusia yang menggerakkan alat-alat yang sangat sukar untuk ditentukan efisiensinya, secara tepat, karena selalu berubah-ubah dari hari ke hari bahkan dari jam ke jam, tergantung dari keadaan cuaca, keadaan alat yang dikemudikannya, suasana kerja, dll. Kadang-kadang suatu perangsang dalam bentuk upah tambahan (*incentive*) dapat mempertinggi efisiensi operator.^[2]

3.2 Perhitungan Produktivitas Alat Gali-Muat

Produktivitas merupakan suatu ukuran dalam menganalisis kinerja suatu *excavator* yang bekerja.^[13] Untuk menentukan perhitungan produktivitas alat gali-muat maka digunakan persamaan sebagai berikut:^[12]

$$Q = q \times \frac{3600}{C_m} \times \text{Eff} \times \text{Sf} \times K \quad (9)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas alat gali-muat (bcm/jam)

q = Kapasitas mangkuk (*bucket capacity*) (m^3)

q_1 = Kapasitas munjung mangkuk (*bucket capacity heaped*) (m^3)

K = Faktor pengisian mangkuk (*bucket fill factor*) (%)

C_m = Waktu edar alat gali-muat (*cycle time*) (detik)

Eff = Efisiensi kerja (*job efficiency*) (%)

Sf = *Swell factor*

4.3 Teknik Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka data tersebut akan dikelompokkan dan akan dilakukan pengolahan data meliputi hal-hal berikut:

1. *Define*, yaitu tahap mengolah data historikal produktivitas aktual alat gali-muat.
2. *Measure*, yaitu tahap mengukur permasalahan dari data yang ada.
3. *Analyze*, yaitu tahap menentukan faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas alat gali-muat pada pukul 07:00 – 08:00 tidak tercapai.
4. Penentuan solusi improvisasi yang bertujuan untuk mengoptimalkan produktivitas alat gali-muat.

5 Hasil dan Pembahasan

5.1 Define

5.1.1 Data Target Produktivitas Alat Gali-Muat Bulan Februari 2019

Target produktivitas *overburden* pada bulan Februari 2019 untuk Komatsu PC2000 sebesar 710 bcm/jam. Akan tetapi, target produktivitas pada pukul 07:00 – 08:00 sebesar 662 bcm/jam dikarenakan hanya memiliki 93,3% dari *available time* normal sebesar 60 menit.

5.1.2 Bucket Fill Factor

Perhitungan *bucket fill factor* pada penelitian ini menggunakan data *payload*, *density loose*, dan rata-rata *passing*. Data *payload* dan *density loose* didapatkan dari data target perusahaan tersebut. Data rata-rata *passing* alat gali-muat didapatkan pada saat pengamatan di lapangan. Perhitungan *bucket fill factor* yaitu sebagai berikut:

$$K = \left[\left(\frac{96}{1,8} \times \frac{1}{5} \right) : 12 \right] \times 100\% = 88,89\%$$

Nilai *bucket fill factor* antara 80% – 90% atau 0,8 – 0,9 seperti pada Tabel 2 tergolong kondisi penggalian yang agak sukar.

5.1.3 Swell Factor

Material *overburden* di PT. Bukit Makmur Mandiri Utama *Jobsite* PT. Kideco Jaya Agung tergolong tanah liat (kering) dan memiliki nilai pengembangan material sebesar 0,85 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

5.1.4 Cycle Time Alat Gali-Muat

Cycle time merupakan waktu yang dibutuhkan sebuah alat gali-muat untuk melakukan kegiatan *digging*, *swing loaded*, *dumping*, dan *swing empty*^[11]. Data *cycle time* alat gali-muat didapat dari pengukuran di lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata *Cycle Time* Komatsu PC2000-07

Tanggal	<i>Digging</i> (detik)	<i>Swing Loaded</i> (detik)	<i>Dumping</i> (detik)	<i>Swing Empty</i> (detik)	<i>Cycle Time</i> (detik)
02-03-2019	16,1	8,9	5	5,4	35,4
03-03-2019	20,2	9,4	5,5	7,4	42,5
04-03-2019	12,6	8,3	4,6	5,7	31,2
06-03-2019	14	9,3	4,7	7,2	35,2
09-03-2019	14,4	6,2	3,7	5,1	29,4
10-03-2019	15,1	9,1	5,5	6,3	36
11-03-2019	15,3	7,3	4,2	5,2	32

Untuk mencari rata-rata dari *cycle time*, setiap *cycle time* pada Tabel 3 akan didapatkan nilai produktivitasnya pada Tabel 4 dengan mengabaikan faktor koreksi yaitu efisiensi kerja didalam perhitungan produktivitas. Sebagai contoh, pada tanggal 02-03-2019 didapatkan nilai produktivitas sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu edar alat muat} &= 35,4 \text{ detik} \\ \text{Kapasitas bucket (q}_1\text{)} &= 12 \text{ m}^3 \\ \text{Faktor pengisian bucket (k)} &= 88,89\% \\ \text{Swell Factor (Sf)} &= 0,85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{3600 \text{ detik}}{35,4 \text{ detik}} \times 12 \text{ m}^3 \times 88,89\% \times 0,85 \\ &= 922,05 \frac{\text{bcm}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

Tabel 4. Produktivitas Berdasarkan *Cycle Time* Aktual

Tanggal	<i>Cycle Time</i> (detik)	Produktivitas (bcm/jam)
02-03-2019	35,4	922,05
03-03-2019	42,5	768,01
04-03-2019	31,2	1046,17
06-03-2019	35,2	927,28
09-03-2019	29,4	1110,22
10-03-2019	36	906,68
11-03-2019	32	1020,01
Rata-Rata Produktivitas		957,2

Pada Tabel 4 didapatkan rata-rata produktivitas alat gali-muat berdasarkan *cycle time* aktualnya. Dari rata-rata produktivitas pada Tabel 6 akan didapatkan rata-rata *cycle time* melalui perhitungan produktivitas sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= 957,2 \text{ bcm/jam} \\ \text{Kapasitas bucket (q}_1\text{)} &= 12 \text{ m}^3 \\ \text{Faktor pengisian bucket (k)} &= 88,89\% \\ \text{Swell Factor (Sf)} &= 0,85 \end{aligned}$$

$$Ctm = \frac{(3600 \text{ detik} \times 12 \text{ m}^3 \times 88,89\% \times 0,85)}{957,2 \frac{\text{bcm}}{\text{jam}}}$$

$$= 34,1 \text{ detik}$$

5.1.5 Target Effective Utilization, Working Hours, dan Standby Hours Alat Gali-Muat

Target *effective utilization* didapat dari perhitungan produktivitas menggunakan nilai waktu edar alat gali-muat aktual dan faktor pengisian *bucket* aktual, selanjutnya target *working hours* dan *standby hours* didapat dari perhitungan *effective utilization*.

5.1.5.1 Target Effective Utilization Komatsu PC2000

Produktivitas = 662 bcm/jam
 Waktu edar alat gali-muat = 34,1 detik
 Kapasitas *bucket* (q_1) = 12 m³
 Faktor pengisian *bucket* (k) = 88,89%
 Swell Factor (S_f) = 0,85

$$Eff = \frac{662 \frac{\text{bcm}}{\text{jam}}}{\left(\frac{3600 \text{ detik}}{34,1 \text{ detik}} \times 12 \text{ m}^3 \times 88,89\% \times 0,85 \right)}$$

$$= 69,16\%$$

5.1.5.2 Target Working Hours Komatsu PC2000

$$Eff = \frac{\text{working hours}}{\text{total hours}} \times 100\%$$

$$69,16\% = \frac{\text{working hours}}{56 \text{ menit}} \times 100\%$$

$$\text{Working Hours} = 38,7 \text{ menit}$$

5.1.5.3 Target Standby Hours Komatsu PC2000

$$\text{Standby Hours} = \text{Total Hours} - \text{Working Hours}$$

$$= 56 \text{ menit} - 38,7 \text{ menit}$$

$$= 17,3 \text{ menit}$$

5.1.6 Effective Utilization Aktual Alat Gali-Muat

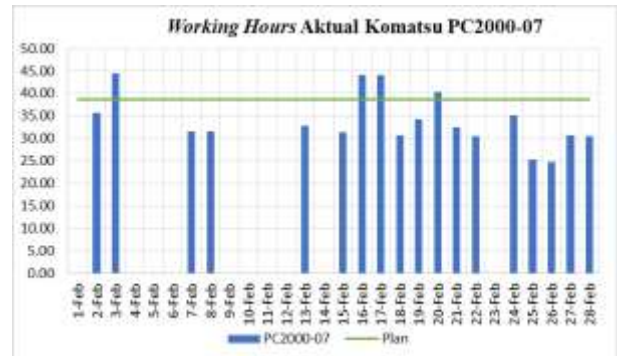
Contoh data *effective utilization* aktual alat gali-muat pada Tabel 5 didapat dari perhitungan produktivitas.

Tabel 5. Contoh *Effective Utilization* Aktual Alat Gali-Muat

Unit	<i>Effective Utilization</i> (%)	<i>Working Hours</i> (menit)	<i>Standby Hours</i> (menit)
Komatsu PC2000-07	54,95	30,8	25,2
Komatsu PC2000-21	65,29	36,6	19,4
Komatsu PC2000-25	50,15	28,1	27,9

5.1.7 Data Working Hours Aktual Alat Gali-Muat pada Pukul 07:00 – 08:00

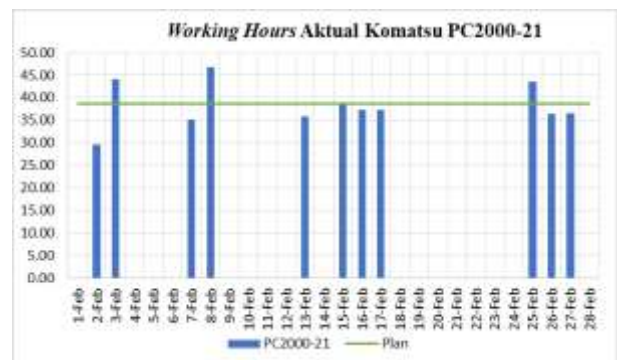
Penyebaran data *working hours* alat gali-muat seperti pada Gambar dan Tabel berikut ini.



Gambar 4. *Working Hours* Aktual Komatsu PC2000-07 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

Tabel 6. Distribusi Data *Working Hours* Aktual Komatsu PC2000-07 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

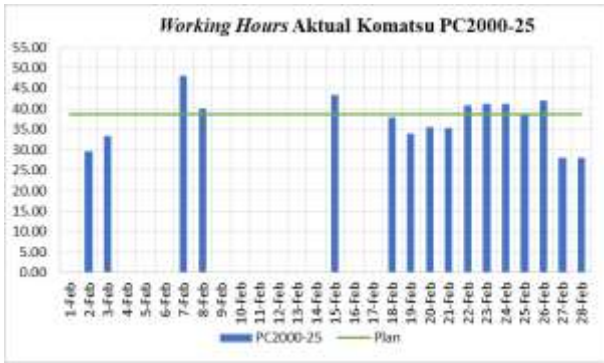
Data	n	%	Average (menit)
<i>Working Hours</i>	45	100	36,2
<i>Working Hours</i> diatas target	15	33,33	42,9
<i>Working Hours</i> dibawah target	30	66,67	32,9



Gambar 5. *Working Hours* Aktual Komatsu PC2000-21 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

Tabel 7. Distribusi Data *Working Hours* Aktual Komatsu PC2000-21 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

Data	n	%	Average (menit)
<i>Working Hours</i>	11	100	38,4
<i>Working Hours</i> diatas target	4	36,36	43,4
<i>Working Hours</i> dibawah target	7	63,64	35,5



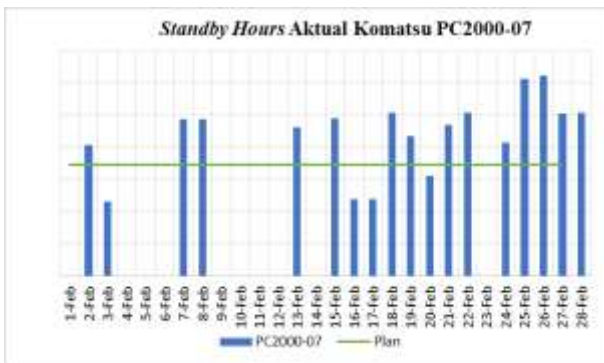
Gambar 6. Working Hours Aktual Komatsu PC2000-25 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

Tabel 8. Distribusi Data Working Hours Aktual Komatsu PC2000-25 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

Data	n	%	Average (menit)
Working Hours	16	100	37,3
Working Hours diatas target	7	43,75	42,4
Working Hours dibawah target	9	56,25	33,3

5.1.8 Data Standby Hours Aktual Alat Gali-Muat pada Pukul 07:00 – 08:00

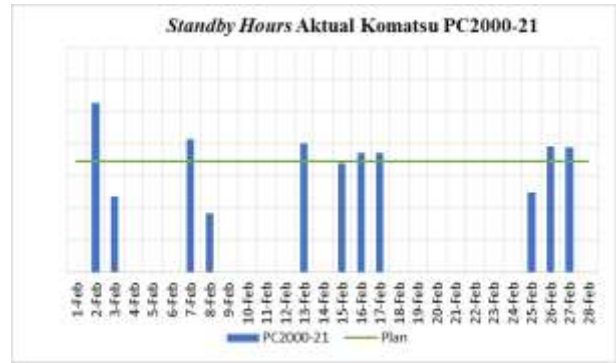
Penyebaran data *standby hours* alat gali-muat seperti pada Gambar dan Tabel berikut ini.



Gambar 7. Standby Hours Aktual Komatsu PC2000-07 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

Tabel 9. Distribusi Data Standby Hours Aktual Komatsu PC2000-07 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

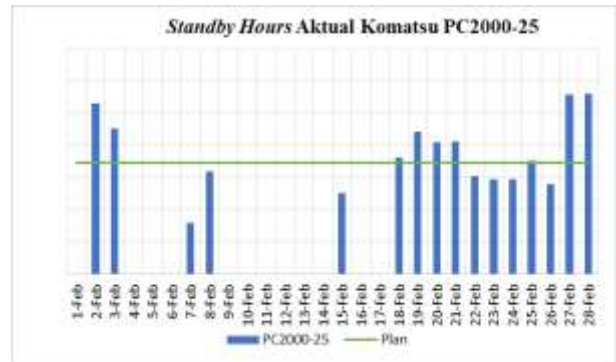
Data	n	%	Average (menit)
Standby Hours	18	100	22,1
Standby Hours diatas target	14	77,78	24,7
Standby Hours dibawah target	4	22,22	12,8



Gambar 8. Standby Hours Aktual Komatsu PC2000-21 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

Tabel 10. Distribusi Data Standby Hours Aktual Komatsu PC2000-21 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

Data	n	%	Average (menit)
Standby Hours	11	100	17,6
Standby Hours diatas target	7	63,64	20,5
Standby Hours dibawah target	4	36,36	12,6



Gambar 9. Standby Hours Aktual Komatsu PC2000-25 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

Tabel 11. Distribusi Data Standby Hours Aktual Komatsu PC2000-25 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019

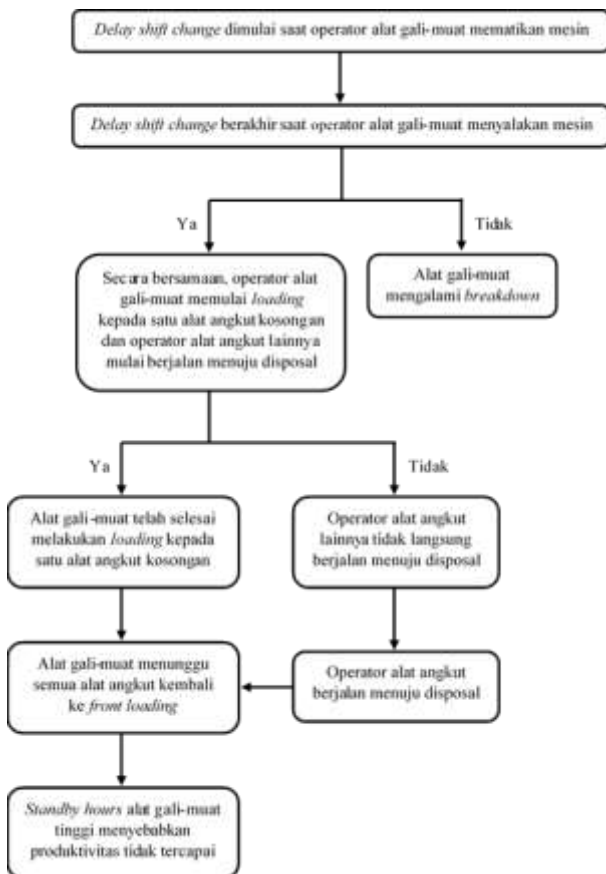
Data	n	%	Average (menit)
Standby Hours	16	100	18,7
Standby Hours diatas target	9	56,25	22,7
Standby Hours dibawah target	7	43,75	13,6

5.2 Measure

Tahap *measure* adalah tahap mengukur permasalahan dari data yang ada. Tahap ini terdiri dari aktivitas selama dan setelah *delay shift change* dan pengukuran durasi tiap aktivitas operator selama dan setelah *delay shift change* di lapangan.

5.2.1 Proses Map Aktual Setelah Delay Shift Change

Proses map aktual setelah *delay shift change* sebelum dilakukannya solusi improvisasi.



Gambar 10. Proses Map Aktual Setelah Delay Shift Change

5.2.2 Durasi Tiap Aktivitas Operator Alat Gali-Muat Selama dan Setelah Delay Shift Change

Tabel 12. Contoh Durasi Tiap Aktivitas Selama Delay Shift Change

Aktivitas	Pukul	Durasi
Operator alat gali-muat yang akan berganti shift selesai melakukan loading terakhir	06:56:53	00:00:00
Operator alat gali-muat yang akan berganti shift mematikan mesin	06:57:47	00:00:54
Operator alat gali-muat yang akan berganti shift menunggu bus tiba	06:59:07	00:01:20
Operator alat gali-muat shift selanjutnya berjalan dari bus pengantaran menuju unit yang berada di front loading	07:00:51	00:01:44

Operator alat gali-muat naik tangga – melakukan P2H secara visual – masuk kabin – menghidupkan mesin	07:02:14	00:01:23
Operator alat angkut tidak ada yang langsung berjalan dari front loading menuju disposal saat waktu delay shift change telah berakhir	-	-
Total durasi delay shift change	00:05:42	

Tabel 9 menunjukkan total durasi dari awal hingga akhir *delay shift change* sebesar 5,07 menit. Menurut pengamatan penulis di lapangan, *delay shift change* yang terjadi sudah mencapai target yang diinginkan perusahaan, akan tetapi aktivitas setelah *delay shift change* yang membuat produktivitas pada pukul 07:00 – 08:00 tidak tercapai.

Tabel 13. Contoh Durasi Tiap Aktivitas Setelah Delay Shift Change

Aktivitas	Pukul	Durasi Setelah Delay Shift Change
Proses <i>delay shift change</i> selesai	07:02:14	00:00:00
Operator alat gali-muat memulai <i>digging</i> untuk loading yang pertama	07:02:35	00:00:21
Operator alat angkut ke-1 mulai berjalan dari front loading menuju disposal	07:04:33	00:02:19
Operator alat angkut ke-2 mulai berjalan dari front loading menuju disposal	07:05:14	00:03:00
Operator alat angkut ke-3 mulai berjalan dari front loading menuju disposal	07:05:22	00:03:08
Operator alat gali-muat selesai melakukan loading kepada 1 alat angkut dan operator alat angkut yang selesai melakukan loading langsung menuju ke disposal	07:05:44	00:03:30
Operator alat angkut ke-5 mulai berjalan dari front loading menuju disposal	07:14:20	00:12:06

Aktivitas	Pukul	Durasi Setelah Delay Shift Change
Operator alat angkut ke-6 mulai berjalan dari <i>front loading</i> menuju disposal	07:14:37	00:12:23
Operator alat angkut ke-7 mulai berjalan dari <i>front loading</i> menuju disposal	07:15:52	00:13:38
Operator alat angkut ke-1 tiba di <i>front loading</i>	07:20:37	00:18:23

5.3 Analyze

5.3.1 Faktor Manusia (Man)

Faktor-faktor penyebab dari manusia antara lain:

- Operator alat angkut yang salah menaiki bis menuju *front loading*.
- Kurangnya pemahaman operator alat gali-muat maupun operator alat angkut terhadap target produktivitas yang harus dicapai.
 - Operator alat angkut yang bermuatan tidak langsung berangkat menuju disposal setelah *delay shift change*. Bahkan, saat alat gali-muat telah mengalami *hanging*, masih ada alat angkut yang belum berjalan menuju disposal.
 - Peran pengawas yang kurang memerhatikan proses produktivitas setelah *delay shift change*.
- Driver* bis salah mengambil jalan saat menuju *front loading* untuk mengantarkan operator-operator *shift* selanjutnya.

5.3.2 Faktor Metode (Method)

Faktor-faktor metode yang memengaruhi adalah tidak tercapainya kontrol setelah *delay shift change* oleh para pengawas.

- Belum adanya pengaturan jumlah alat angkut yang bermuatan dan kosongan.
- Belum adanya pengaturan jumlah alat angkut yang berada di *front loading* dan disposal.

5.3.3 Faktor Peralatan (Machine)

Faktor peralatan yang memengaruhi produktivitas pada pukul 07:00 – 08:00 tidak tercapai adalah alat gali-muat yang *breakdown* pada jam tersebut dan merupakan *idle time* atau *standby hours* yang tidak bisa dihindari.

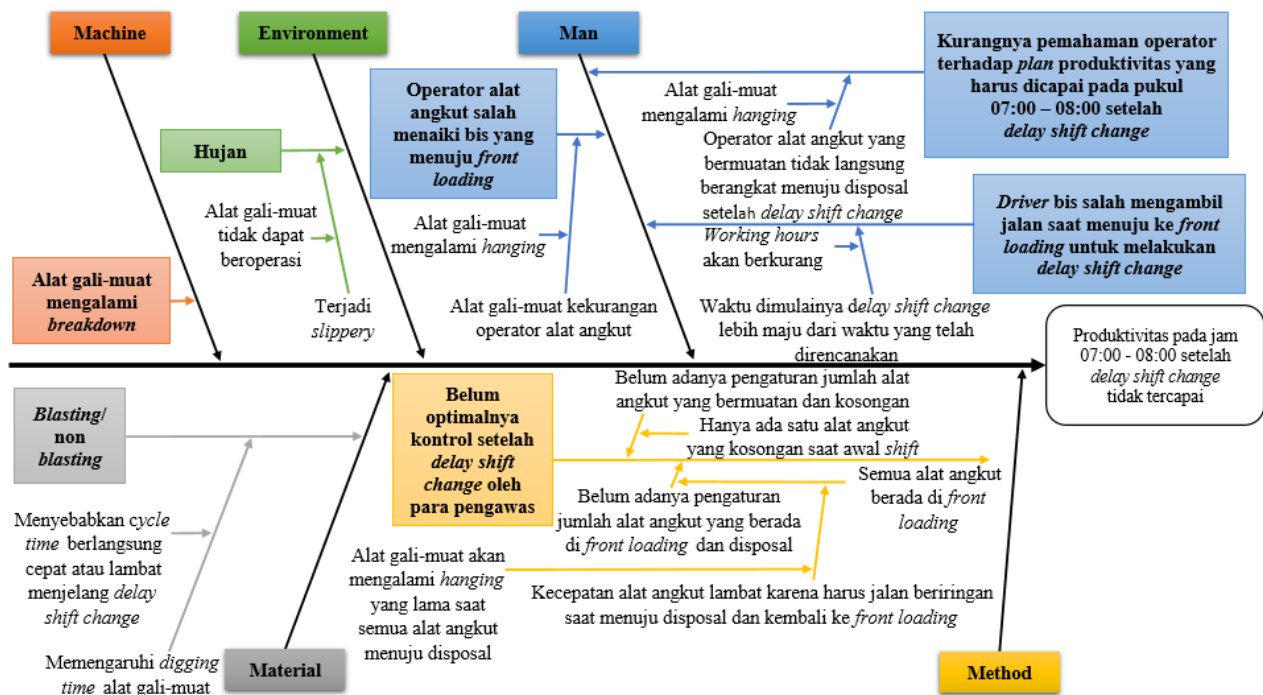
5.3.4 Faktor Material (Material)

Faktor material yang memengaruhi produktivitas pada pukul 07:00 – 08:00 tidak tercapai adalah material yang di *loading* alat gali-muat merupakan material *blasting* atau *non blasting*.

5.3.5 Faktor Lingkungan (Environment)

Faktor-faktor dari lingkungan yang memengaruhi produktivitas pada pukul 07:00 – 08:00 tidak tercapai adalah hujan. Setelah hujan berhenti dilakukan *slippery* yang sering terjadi pada pukul 07:00 – 08:00 bulan Februari 2019 di *Pit AB RTS (Roto South)*.

Keseluruhan faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas pada pukul 07:00 – 08:00 dapat dirangkum dalam sebuah diagram yang berbentuk *fishbone*, seperti salah satu contoh diagram *fishbone* Komatsu PC2000-07 berikut ini.



Gambar 11. Diagram Fishbone

5.4 Perhitungan *Effective Utilization* Alat Gali-Muat

5.4.1 Durasi *Standby Hours* Alat Gali-Muat yang Melebihi Target

Besarnya *standby hours* yang hilang diperkirakan dengan cara mengurangi rata-rata seluruh *standby hours* aktual yang berada diatas target dengan target *standby hours* yang telah direncanakan.

Tabel 14. Perhitungan Waktu Produktivitas Alat Gali-Muat yang Hilang pada Pukul 07:00 – 08:00

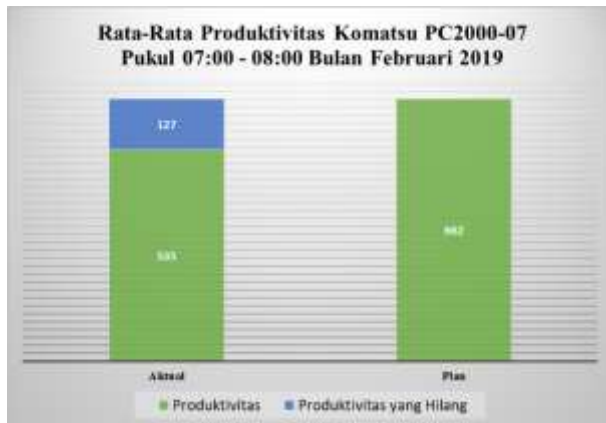
Unit	Komatsu PC2000-07	Komatsu PC2000-21	Komatsu PC2000-25
Jumlah data <i>standby hours</i> Komatsu PC2000 yang berada diatas garis target	14 data	7 data	9 data
Target <i>standby hours</i>	17,3 menit		
Rata-rata aktual <i>standby hours</i> yang berada diatas garis target	24,7 menit	20,5 menit	22,7 menit
Rata-rata waktu produktivitas yang hilang pada pukul 07:00 – 08:00 tiap hari	7,4 menit	3,2 menit	5,4 menit
Jumlah waktu produktivitas yang hilang pada pukul 07:00 – 08:00 selama satu bulan	$14 \times 7,4 \text{ mnt} = 103,6 \text{ mnt}$	$7 \times 3,2 \text{ mnt} = 22,4 \text{ mnt}$	$9 \times 5,4 \text{ mnt} = 48,6 \text{ mnt}$

5.4.2 Perhitungan Kehilangan Produktivitas *Overburden*

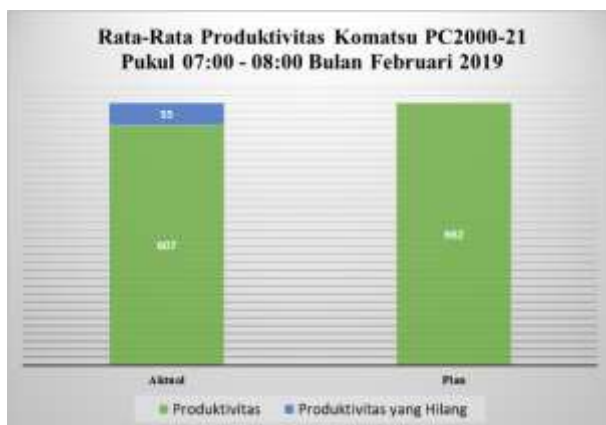
Perhitungan kehilangan produktivitas alat gali-muat dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Perhitungan Kehilangan Produktivitas Alat Gali-Muat pada Pukul 07:00 – 08:00

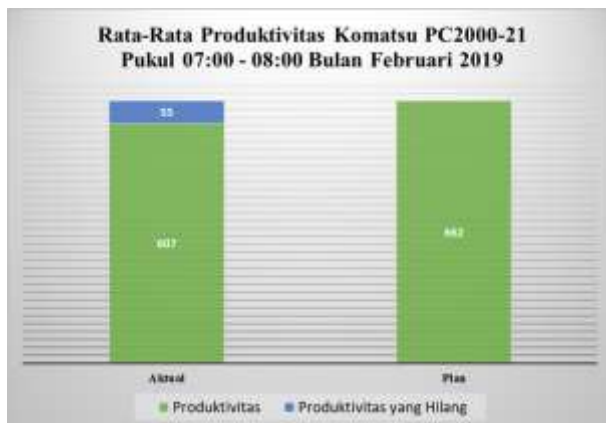
Unit	Komatsu PC2000-07	Komatsu PC2000-21	Komatsu PC2000-25
Jumlah data <i>standby hours</i> Komatsu PC2000-07 yang berada diatas garis target	14 data	7 data	9 data
Rata-rata waktu produktivitas yang hilang pada pukul 07:00 – 08:00 tiap hari	7,4 menit	3,2 menit	5,4 menit
<i>Available time</i> pada pukul 07:00 – 08:00	56 menit		
<i>Effective utilization</i> yang hilang pada pukul 07:00 – 08:00 (Eff)	13,2 %	5,7 %	9,6 %
<i>Cycle time</i> Komatsu PC2000 (Ctm)	34,1 detik		
Kapasitas <i>bucket</i> (q_1)	12 m ³		
<i>Bucket fill factor</i> (k)	88,89%		
<i>Swell factor</i> (Sf)	0,85		
Produktivitas yang hilang pada pukul 07:00 – 08:00	127 bcm/jam	55 bcm/jam	92 bcm/jam
Produktivitas yang hilang pada pukul 07:00 – 08:00 bulan Februari 2019	$127 \frac{\text{bcm}}{\text{jam}} \times 14 = 1778 \text{ bcm}$	$55 \frac{\text{bcm}}{\text{jam}} \times 7 = 385 \text{ bcm}$	$92 \frac{\text{bcm}}{\text{jam}} \times 9 = 828 \text{ bcm}$
Rata-rata produktivitas yang tidak tercapai pada pukul 07:00 – 08:00	535 bcm/jam	607 bcm/jam	570 bcm/jam
Kenaikan produktivitas	23,74%	9,06%	16,14%



Gambar 12. Rata-Rata Produktivitas Komatsu PC2000-07 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019 di Pit AB RTS (Roto South) yang Produktivitasnya Tidak Mencapai Target



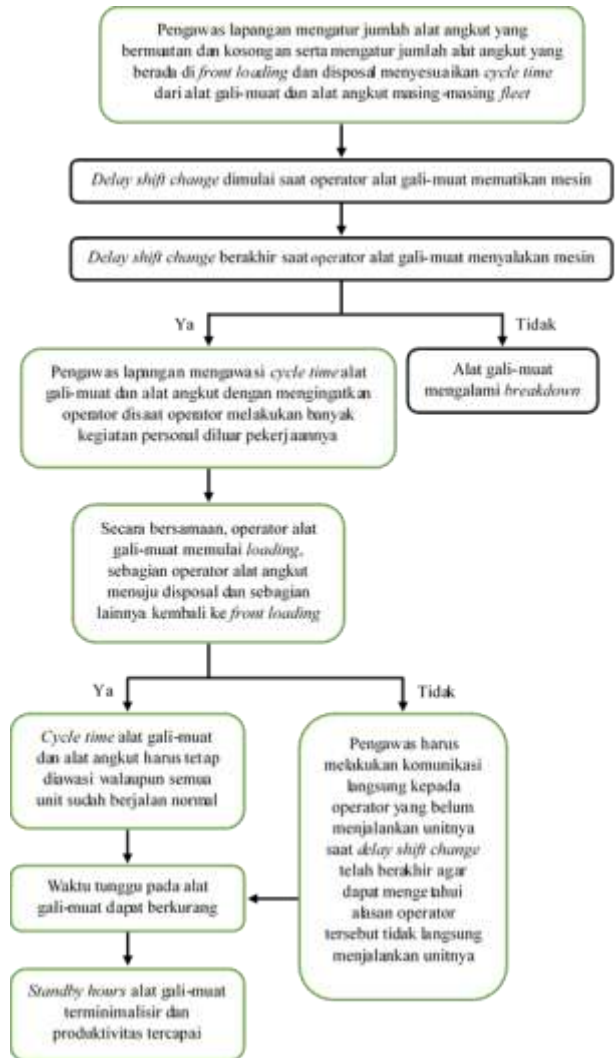
Gambar 13. Rata-Rata Produktivitas Komatsu PC2000-21 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019 di Pit AB RTS (Roto South) yang Produktivitasnya Tidak Mencapai Target



Gambar 14. Rata-Rata Produktivitas Komatsu PC2000-25 pada Pukul 07:00 – 08:00 Bulan Februari 2019 di Pit AB RTS (Roto South) yang Produktivitasnya Tidak Mencapai Target

5.5 Solusi Improvisasi

Solusi Improvisasi yang direkomendasikan, dianalisis dari diagram *fishbone*. Dari diagram *fishbone*, dapat diketahui bahwa faktor manusia dan metode adalah faktor yang paling berpengaruh menjadi penyebab produktivitas pada pukul 07:00 – 08:00 setelah *delay shift change* tidak tercapai.



Gambar 15. Solusi Improvisasi Proses Map Setelah Delay Shift Change

6 Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

1. Rata-rata *working hours*, *standby hours*, dan waktu produktivitas yang hilang setiap harinya pada pukul 07:00 – 08:00 bulan Februari 2019 pada masing-masing Komatsu PC2000-07, Komatsu PC2000-21, dan Komatsu PC2000-25 sebagai berikut:
 - Rata-rata *working hours* aktual yang berada dibawah target adalah 31,3 menit, 35,5 menit, dan 33,3 menit.
 - Rata-rata *standby hours* aktual yang berada diatas target adalah 24,7 menit, 20,5 menit, dan 22,7 menit.
 - Rata-rata waktu produktivitas yang hilang setiap harinya adalah 7,4 menit, 3,2 menit, dan 5,4 menit.
 - *Effective utilization* yang hilang setiap harinya adalah 13,2%, 5,7%, dan 9,6%.
2. Kehilangan produktivitas *overburden* pukul 07:00 – 08:00 bulan Februari 2019 dalam satu bulan pada Komatsu PC2000-07, Komatsu PC2000-21, dan

Komatsu PC2000-25 disebabkan oleh kehilangan waktu produktivitas pada jam tersebut yaitu masing-masing sebesar 1778 bcm, 385 bcm, dan 828 bcm.

3. Faktor yang paling dominan menyebabkan produktivitas pada pukul 07:00 – 08:00 tidak tercapai adalah faktor dari manusia dan metode.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Rekomendasi untuk menempatkan pengawas lapangan khusus di setiap *fleet* saat *delay shift change* dan setelahnya untuk mengontrol proses produktivitas pada pukul 07:00 – 08:00.
2. Melakukan kontrol di setiap *fleet* saat *delay shift change* telah berakhir.
3. Perbaikan terhadap pengaturan alat angkut diakhir *shift* atau sebelum *delay shift change* dimulai agar tidak berdampak buruk kepada *working hours* alat gali-muat setelah *delay shift change* berakhir dan nantinya akan sangat memengaruhi produktivitas alat gali-muat tersebut.
4. Memperbaiki sistem perhitungan produktivitas agar data-data target yang digunakan sebagai parameter perhitungan produktivitas dapat sesuai dan menggambarkan kondisi aktual proses produktivitas *overburden* di lapangan.
5. Memerhatikan faktor personal yang dapat dialami oleh operator dan pengawas.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2015). *Laporan Departement Engineering PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite PT. Kideco Jaya Agung*, Dokumen PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite PT. Kideco Jaya Agung.
- [2] Prodjosumarto, P. (1993). *Pemindahan Tanah Mekanis. Departemen Pertambangan Insitut Teknologi Bandung.*
- [3] Siregar, A. A., & Sumarya, S. (2018). Studi Analisis dan Simulasi Peningkatan Produktivitas Excavator Hitachi Ex1900-6 Dalam Pengupasan Overburden Pada Tambang Batubara PT. Mandala Karya Prima Jobsite PT. Mandiri Intiperkasa Provinsi Kalimantan Utara. *Bina Tambang*, 3(4), 1342-1356.
- [4] Liemin, A., Anshariah, A., & Bakri, H. (2018). Evaluasi Produksi Overburden pada Front Kerja Excavator Hitachi Shovel. *Jurnal Geomine*, 6(1).
- [5] Anaperta, Y. M. (2016). Evaluasi Keserasian (Match Factor) Alat Muat dan Alat Angkut Dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) Pada Aktivitas Penambangan di Pit X PT Y. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 9(1), 73-85.
- [6] Safitri, Y., & Murad, M. (2018). Analisis Manajemen Fleet Pada Kegiatan Produksi Batu Andesit Dalam Penerapan Metode Antrian di PT Koto Alam Sejahtera, Kabupaten Lima Puluh Kota. *Bina Tambang*, 3(4), 1482-1491.
- [7] Yanto, I. (2014). *Pemindahan Tanah Mekanis. Tenik pertambangan, UVN Veteran, Yogyakarta.*
- [8] Shaddad, A. R. (2017). Analisis Keserasian Alat Mekanis (Match Factor) Untuk Peningkatan Produktivitas. *Jurnal Geomine*, 4(3).
- [9] Anisari, R. Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 Fleet D PT. Jhonlin Baratama Jobsite Satui Kalimantan Selatan. *Jurnal ITEKNA*, 16(1).
- [10] Caterpillar, T. C. (2001). *Caterpillar performance handbook. Caterpillar Inc., Preoria.*
- [11] Pfleider, E. P. (1972). *Surface Mining 1st Edition*, New York: The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum.
- [12] Komatsu, S. (2003). *Specifications and application handbook.*
- [13] Hambali, dkk. (2017). *Evaluasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Sebagai Upaya Pencapaian Target Produksi Pada PT. Pama Persada Nusantara Distrik KCMB. Jurnal HIMASAPTA*, 2(1).
- [14] Putra. R. N. (2008). *Optimalisasi Durasi Idle Meal and Pray Caterpillar 785 Day Shift Pit Hatari PT. Kaltim Prima Coal, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung.*
- [15] Sari, R. P., Murad, M., & Octova, A. (2018). Analisis Statistik Untuk Mendapatkan Waktu Optimal Dari Losstime Dalam Memenuhi Produksi Penambangan Batubara Di Area Pit Timur PT. Artamulia Tatapratama. *Bina Tambang*, 3(3), 943-952.
- [16] Julianto, R., Komar, S., & Swardi, F. R. (2014). Evaluasi Produksi Alat Angkut Jenis Hino Dutro Fm 260 Ti dan Hino Dutro Fm 320 Ti Pada Pengangkutan Batubara dari Front Area Pit Air Talang Seginim ke Stockpile Run Of Mine (ROM) Air Talang Seginim PT. Danau Mas Hitam, Bengkulu. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(2).
- [17] Rifki, I., & Anaperta, Y. M. (2018). Evaluasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut sebagai Upaya Pencapaian Target Produksi Clay Area 242 PT. Semen Padang. *Bina Tambang*, 3(3).