

# Optimalisasi Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Proses Pengupasan Overburden untuk Mencapai Target Produksi per Bulan pada Penambangan Batubara PT. Pengembangan Investasi Riau *Coal Mine Project* Desa Pematang Benteng Kecamatan Batang Peranap Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau

Agung Pujangga<sup>1\*</sup>, dan Mulya Gusman<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

[\\*agungpujangga96@gmail.com](mailto:*agungpujangga96@gmail.com)

[\\*\\*mulyagusman@ft.unp.ac.id](mailto:**mulyagusman@ft.unp.ac.id)

**Abstract.** Based on field observation, The production of stripping overburden at PT. Pengembangan Investasi Riau on November 2020 didn't reach target. It was caused by the high number of losstime that occur during the production process. Digging-Loading Equipment used for Stripping Overburden on one of fleet is 1 Unit 1 unit Excavator Kobelco SK480LC (EE01) with Hauling Equipment, 9 unit Dump Truck Quester CWE 370 (DT78, DT81, DT84, DT85, DT86, DT87, DT89, DT90 dan DT91). To determine potential of improvement from a production process and effectiveness of using equipment, then an analysis called Overall Equipment Effectiveness (OEE) was carried out. OEE value for actual Digging-Loading Hauling Equipment indicates a very low value (< 85%). Next, used the Fishbone Diagram to find cause and effect from high number of losstime that occurs on the Equipment. Finally, the loss time is repaired due to human factors with the smallest standard tolerance method. After analyzing and improving with these methods, the production of Stripping Overburden on the fleet theoretically increased  $\pm$  2000 bcm from the previous production. OEE value still shows a fairly low value (< 85%) from World Class OEE Standard (> 85%). In addition, operational cost for digging-loading dan hauling equipment also increase along with the increase in production.

**Keywords:** Produksi, Pengupasan *Overburden*, *Excavator*, *Dump Truck*, *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

## 1 Pendahuluan

Salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan saat ini adalah batubara. Batubara merupakan sumber daya alam dengan jumlah cadangan yang memadai serta cukup potensial di Indonesia. Batubara merupakan batuan sedimen yang terbentuk dari endapan organik tumbuh-tumbuhan yang sudah mengalami penimbunan dan pembusukan sejak beberapa juta tahun yang lalu. Batubara merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui karena jika dipakai terus menerus lama kelamaan akan habis dengan sendirinya. Oleh karena itu, eksploitasi batubara harus dilakukan secara bijak agar dapat terus digunakan untuk kelangsungan hidup manusia.

PT. Pengembangan Investasi Riau (PIR) merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) Provinsi Riau yang berpusat di Kota Pekanbaru, Riau. PT. PIR mempunyai beberapa Unit Bisnis salah satunya yaitu Bisnis Pertambangan Batubara yang telah memiliki Izin Usaha Pertambangan Operasi dan Produksi Bahan Galian Batubara yang terletak di Desa Pematang Benteng, Kecamatan Batang Peranap, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Pada kegiatan penambangan batubara, PT. Pengembangan Investasi Riau (PIR) menggunakan sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit mining*, sedangkan untuk pembuangan *Overburden*nya dilakukan dengan metode *Backfilling Digging Method* yang berarti *Overburden* ditumpuk di bekas area yang telah ditambang.

Dari observasi yang telah penulis lakukan di PT. Pengembangan Investasi Riau, peneliti menemukan beberapa masalah yang sangat mengganggu yang berdampak dengan tidak tercapainya Target Produksi Pengupasan *Overburden* yang seharusnya. Target produksi pengupasan *overburden* per bulan adalah 60.000 bcm sedangkan target produksi yang tercapai pada Bulan November 2020 adalah 44.360 bcm (17.780 BCM dari Excavator Kobelco SK480LC dan Dump Truck Quester CWE 370 yang bekerja di fleet tersebut).

Masalah-masalah yang timbul di antaranya berhubungan dengan cuaca sebagai konsekuensi dari sistem Tambang terbuka. Ketika terjadi hujan lebat, medan jalan di tambang menjadi sangat buruk dan becek Hal ini menyebabkan penambahan kerja alat yang seharusnya melakukan kegiatan pengupasan *overburden* menjadi penanganan *slippery* pada jalan angkut yang memiliki tekstur jalan seperti yang disebutkan di atas. Untuk penanganan *slippery* ini tentunya mempunyai waktu yang lama dalam penanganannya dan tentunya proses pertambangan berhenti total selama penanganan *slippery* yang berdampak dengan terhentinya produksi untuk sementara. Faktor lain yang membuat target produksi tidak tercapai adalah terjadinya pengurangan shift kerja yang awalnya 2 *shift* menjadi 1 *shift* jika kondisi cuaca tidak menentu, proses penambangan pada pengupasan *overburden* yang hanya 1 *fleet* saja yang berjalan dari seharusnya 2 *fleet* jika ada alat yang *breakdown* dan alat melakukan pekerjaan di material lain. Selain itu juga disebabkan juga oleh *loss time* yang disebabkan oleh pekerja yang ada di tambang itu sendiri.

Berdasarkan masalah di atas perlu dilakukan proses optimalisasi kinerja Alat Gali Muat yaitu Excavator Kobelco SK480LC dan Alat Angkut Dump Truck Quester CWE 370 yang bekerja pada pengupasan *Overburden*. Pengoptimalan produksi *Overburden* ini menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sehingga tercapai target produksi yang ditetapkan perusahaan. Dalam penelitian ini juga menganalisis penyebab *loss time* pada pengupasan *Overburden* yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi dengan menggunakan *Diagram Fishbone*. Selain itu dilakukan juga perhitungan terhadap Biaya Operasional yang timbul dalam pengupasan *Overburden* baik sebelum optimalisasi maupun setelah optimalisasi.

## 2 Tinjauan Pustaka

### 2.1 Deskripsi Umum Perusahaan

#### 2.1.1 Lokasi dan Luas Wilayah IUP

Wilayah kegiatan penambangan batubara PT. Pengembangan Investasi Riau berada di Desa Pematang Benteng, Kecamatan Batang Peranap, Kabupaten Indragiri Hulu, Propinsi Riau.

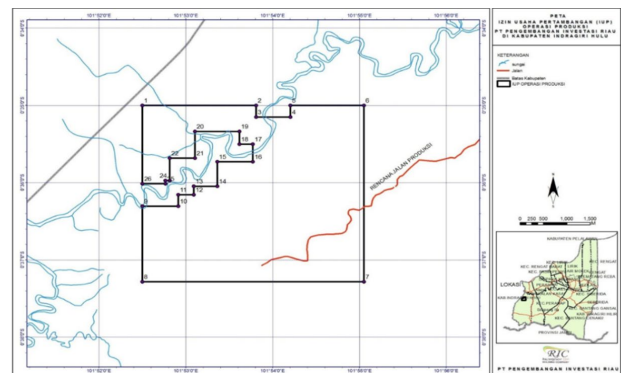
- Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Pematang
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Kuantan Singingi
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Sukamaju

- Sebelah Barat berbatasan dengan Desa Silunak
- Adapun Batas Koordinat dari Lokasi IUP adalah sebagai berikut<sup>[1]</sup> (Tabel 1)

**Tabel 1.** Batas Koordinat Lokasi IUP<sup>[1]</sup>

NO	BUJUR TIMUR (BT)			LINTANG SELATAN (LS)		
	°	'	''	°	'	''
1	101	52	30	0	35	0
2	101	53	48,54	0	35	0
3	101	53	48,54	0	35	14,17
4	101	54	12,27	0	35	14,17
5	101	54	12,27	0	35	0
6	101	55	3	0	35	0
7	101	55	3	0	37	17,00
8	101	52	30	0	37	17,00
9	101	52	30	0	36	18,33
10	101	52	54,77	0	36	18,33
11	101	52	54,77	0	36	9,43
12	101	53	5,52	0	36	9,43
13	101	53	5,52	0	36	2,75
14	101	53	29,63	0	36	2,75
15	101	53	29,63	0	35	46,44
16	101	53	46,31	0	35	46,44
17	101	53	46,31	0	35	30,12
18	101	53	37,04	0	35	30,12
19	101	53	37,04	0	35	20,09
20	101	53	6,27	0	35	20,09
21	101	53	6,27	0	35	40,87
22	101	52	48,84	0	35	40,87
23	101	52	48,84	0	35	58,30
24	101	52	45,87	0	35	58,30
25	101	52	45,87	0	36	0,90
26	101	52	30	0	36	0,90

Wilayah IUP Operasi Produksi PT. Pengembangan Investasi Riau seluas 1.750 Ha, yang terdiri dari area cadangan produksi seluas 105.5 Ha dan 1.645 Ha area prospek untuk dilakukan kegiatan eksplorasi lanjutan. Lahan pada daerah ini merupakan hutan ulayat yang sebagian telah dimanfaatkan oleh masyarakat untuk ladang karet dan perkebunan kelapa sawit. Peta IUP-OP PT. PIR dapat dilihat pada Gambar 2<sup>[1]</sup>.

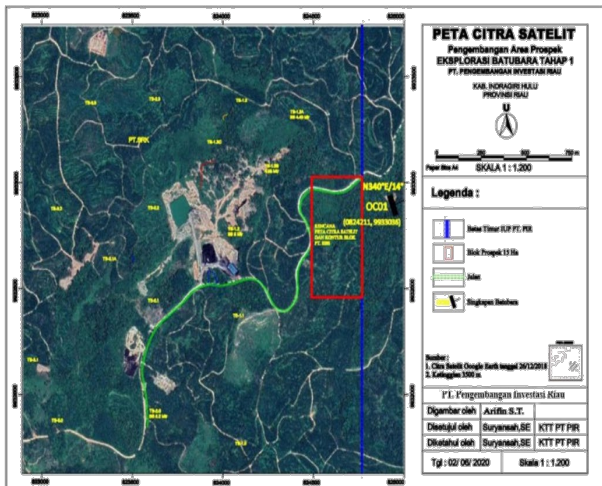


**Gambar 1.** Peta IUP-OP PT. PIR<sup>[2]</sup>

#### 2.1.2 Kesampaian Daerah dan Sarana Perhubungan Setempat

Lokasi penyelidikan dapat ditempuh melalui Ibukota Negara yaitu Jakarta dengan menggunakan transportasi udara melalui Kota Pekanbaru, Propinsi Riau, setelah itu dilanjutkan dengan perjalanan darat + 185 km ke arah Selatan – Timur dengan melalui Lintas

Timur Sumatera yaitu dari Pekanbaru – Kecamatan Batang Peranap, dengan waktu perjalanan + 4 jam perjalanan. Dari kecamatan Batang Peranap ke lokasi penelitian dapat menggunakan kendaraan *Double Gardan* + 2 jam melalui perkebunan sawit PT. Indri Plant dan PT. Regunas<sup>[1]</sup>.



**Gambar 2.** Lokasi dan Kesampaian Wilayah PT. PIR

### 2.1.3 Flora dan Fauna

Berdasarkan dokumen studi kelayakan sebelumnya, jenis flora yang ada di IUP OP PT. Pengembangan Investasi Riau sebagian besar berupa hutan sekunder, dan selebihnya berupa hutan primer, perkebunan, dan ladang perorangan. Jenis fauna yang masih banyak ditemukan berupa satwa liar antara lain babi hutan, ular, kera, rusa, dan berbagai jenis burung dengan habitat yang relatif agak jauh masuk ke dalam hutan dan jauh dari pemukiman penduduk. Sedangkan satwa yang dipelihara oleh penduduk setempat diantaranya adalah sapi, kambing, babi, anjing, itik, dan ayam<sup>[1]</sup>.

### 2.1.3 Klimatologi

Daerah di Kabupaten Indragiri Hulu beriklim tropis, suhu udara tahun 2019 diantara 26.6 °C-27.8 °C. Curah hujan tertinggi di tahun 2019 sebesar 296.0 mm/26 hari yang terjadi di bulan Januari 2019. Kelembapan udara maksimum mencapai 86% sedangkan kelembapan udara minimum berkisar pada 76%<sup>[1]</sup>.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Perhitungan Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan Perbandingan waktu kerja efektif dengan waktu kerja yang tersedia dan dinyatakan dalam persen<sup>[3]</sup>. Adapun persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja adalah sebagai berikut:

#### 2.2.1.1 Ketersediaan Mekanis (Mechanical Availability)

Merupakan tingkat kesediaan alat untuk melakukan kegiatan produksi dengan memperhitungkan kehilangan waktu karena alasan mekanis. Kesediaan mekanis dapat dirumuskan sebagai berikut<sup>[4][13][20]</sup>:

$$MA = W/(W+R) \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

MA = *Mechanical Availability* atau kesediaan alat

W = *Working Hours* atau jumlah kerja alat

R = *Repair hours* atau jumlah jam untuk perbaikan.

#### 2.2.1.2 Keadaan Fisik Alat (Physical Availability)

Merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Untuk menghitung *Physical Availability* dapat digunakan rumus sebagai berikut<sup>[4][13][20]</sup>:

$$PA = (W+S)/(W+R+S) \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

PA = *Physical Availability* atau Keadaan fisik alat

W = *Working Hours* atau jumlah kerja alat

R = *Repair Hours* atau jumlah jam untuk perbaikan

S = *Standby Hours* atau jumlah jam *standby*

#### 2.2.1.3 Penggunaan Ketersediaan (Use of Availability)

Merupakan tingkat daya guna alat untuk kegiatan produksi. Rumus untuk perhitungan *Use of Availability* (UA) dapat dilihat sebagai berikut<sup>[4][13][20]</sup>:

$$UA = W/(W+S) \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

UA = *Use of Availability* atau penggunaan ketersediaan

W = *Working Hours* atau jumlah kerja alat

S = *Standby Hours* atau jumlah jam *standby*

#### 2.2.1.4 Effective Utilization (Efisiensi Kerja)

Untuk menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. *Effective utilization* sebenarnya sama dengan pengertian efisiensi kerja. Perbandingan antara jam kerja sesungguhnya (jam kerja produktif) dengan jam kerja yang dijadwalkan.

Dari hasil persentase ini kita bisa melihat apakah sudah tercapai jam dari penjadwalan jam kerja alat yang direncanakan, dengan rumus sebagai berikut<sup>[4][13][20]</sup>:

$$Eut = W/(W+R+S) \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

Eut = *Effective Utilization* atau efisiensi kerja

W = *Working Hours* atau jumlah kerja alat

R = *Repair Hours* atau jumlah jam untuk perbaikan

S = *Standby Hours* atau jumlah jam *standby*

### 2.2.2 Perhitungan Waktu Siklus Excavator dan Dump Truck

Waktu siklus (*cycle time*) merupakan waktu yang diperlukan suatu alat melakukan kegiatan tertentu dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai kembali. Pada setiap kegiatan pemindahan tanah mekanis, alat-alat mekanis bekerja menurut pola tertentu, yang pada prinsipnya terdiri dari beberapa komponen waktu siklus, gerakan dalam satu siklus waktu siklus<sup>[5][7]</sup>.

#### 2.2.2.1 Perhitungan Cycle Time Excavator

Waktu siklus *excavator* terdiri dari menggali, mengayun bermuatan, menumpah, mengayun dengan muatan kosong. Adapun perhitungan *Cycle time* (Waktu siklus) *Excavator* adalah sebagai berikut<sup>[6][7]</sup>:

$$CT_E = DgT + SLT + Dpt + SET \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

- CT<sub>E</sub> : waktu siklus atau *cycle time excavator* (detik)
- DgT : waktu penggalian atau *digging time excavator* (detik)
- SLT : waktu ayun bermuatan atau *swing load time excavator* (detik)
- Dpt : waktu penumpahan material atau *passing time excavator* (detik)
- SET : waktu ayun kosong atau *swing empty time excavator* (detik)

#### 2.2.2.1 Perhitungan Cycle Time Dump Truck

Waktu siklus *dump truck* terdiri dari waktu diisi hingga penuh oleh *excavator*, mengangkut dengan bak penuh, mengambil posisi untuk penumpahan, menumpahkan material, kembali ke *front* dengan muatan kosong dan mengambil posisi untuk diisi kembali. Adapun perhitungan *cycle time* (waktu siklus) *Dump Truck* adalah sebagai berikut<sup>[6][7]</sup>:

$$CT_{DT} = LT + HLT + SDT + DT + RT + WT + SLT . (6)$$

Dimana:

- CT<sub>DT</sub> : waktu siklus atau *cycle time dump truck* (detik)
- LT : waktu pemuatan material atau *load time dump truck* (detik)
- HLT : waktu pergi bermuatan atau *hauling load time dump truck* (detik)
- SDT : waktu manuver sebelum menumpah atau *spotting dump time dump truck* (detik)
- DT : waktu menumpahkan material atau *dumping time dump truck* (detik)
- RT : waktu kembali tanpa muatan atau *returning time dump truck* (detik)
- QT : waktu antri sebelum pemuatan atau *queueing time dump truck* (detik)

SLT : waktu manuver sebelum dimuati atau *spotting load time dump truck* (detik)

### 2.2.3 Perhitungan Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut serta Match Factor

#### 2.2.3.1 Produktivitas Alat Gali Muat (Excavator)

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *excavator* adalah sebagai berikut <sup>[8][20]</sup>:

$$Q = (q \times 3600 \times \text{Eff}) / C_{tm} \dots\dots\dots (7)$$

Untuk mencari produksi alat muat per siklus dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$q = q_1 \times k \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- Q : Produksi per jam alat muat (m<sup>3</sup>/jam)
- q : Produksi alat muat per siklus (m<sup>3</sup>)
- q<sub>1</sub> : Kapasitas *bucket* (m<sup>3</sup>)
- k : Faktor *bucket*
- Eff : Efisiensi kerja
- C<sub>tm</sub> : Waktu siklus (menit)

#### 2.2.3.2 Produksi Alat Angkut (Dump Truck)

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *dump truck* <sup>[8][20]</sup>:

$$P = (C \times 3600 \times E) / C_{ta} \dots\dots\dots (9)$$

Untuk mencari produksi alat angkut per siklus dapat di hitung dengan menggunakan rumus:

$$C = n \times q_1 \times k \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

- P : Produksi per jam dump truck (m<sup>3</sup>/jam)
- C : Produksi per siklus dump truck
- E : Efisiensi kerja
- C<sub>ta</sub> : Waktu siklus (menit)
- n : Jumlah Alat angkut

#### 2.2.3.3 Keserasian Kerja (Match Factor)

Faktor keserasian alat (*match factor*) adalah angka yang menunjukkan keserasian kerja antara dua macam alat yaitu alat gali muat dan alat angkut. Faktor keserasian alat dijabarkan sebagai perbandingan antara produksi alat angkut dibagi dengan produksi alat muat. Apabila produksi alat angkut sama dengan produksi alat muat, maka dapat diartikan bahwa alat tersebut sudah serasi (*match*). Keserasian alat gali muat dan alat angkut dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut<sup>[4][9]</sup>:

$$MF = (N_a \times n \times C_{tm}) / (N_m \times C_{ta}) \dots\dots\dots (11)$$

Dari persamaan di atas akan muncul tiga kemungkinan, yaitu:

- MF < 1, artinya alat muat bekerja kurang dari 100 % sedangkan alat angkut bekerja 100 %. Sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat.
- MF = 1, artinya alat muat dan alat angkut bekerja 100%.
- MF > 1, artinya alat muat bekerja 100 %, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100 %. Sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

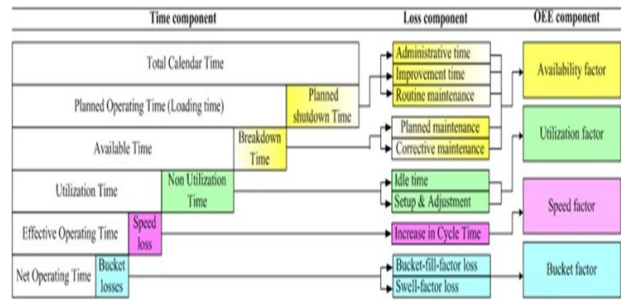
**2.2.4 Metode OEE (Overall Equipment Effectiveness)**

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) selalu menekankan pada penghilangan losses atau pemborosan, peningkatan kehandalan dan peningkatan kinerja alat. OEE merupakan alat pengukur kinerja keseluruhan alat (*complete, inclusive, whole*) dalam arti peralatan dapat bekerja seperti seharusnya<sup>[10][19]</sup>. Nakajima sebagai orang pertama yang mengenalkan TPM dan pengukuran OEE menyatakan bahwa OEE menekankan pada penghilangan *six big losses* dimana hal itu digambarkan pada tabel berikut<sup>[11][19]</sup>:

**Tabel 2. Six Big Losses Category**

Six Big Loss Category	OEE Loss Category	OEE Factor
Equipment Failure	Downtime losses	Availability (A)
Setup and Adjustment		
Idling and Minor Stoppage	Speed Losses	Performance (P)
Reduce Speed	Defects Losses	Quality (Q)
Reduce Yield		
Quality Defects		

Sejalan dengan Nakajima *Concept*, OEE untuk peralatan gali-muat dan angkut telah dikonfigurasi dan didefinisikan sebagai produk dari Faktor *Availability* (Ketersediaan), Faktor *Utilization* (Pemanfaatan), Faktor *Speed* (Kecepatan) dan Faktor *Bucket*. Adapun komponen OEE dan semua *losses* yang terkait dengan *time* (waktu), *speed* (kecepatan) dan *bucket-capacity utilization* (pemanfaatan kapasitas *bucket*) untuk peralatan yang digunakan dalam industri penggalian dapat dilihat pada gambar 23<sup>[12][20]</sup>.



**Gambar 3.** Komponen OEE untuk peralatan Gali-Muat dan Angkut<sup>[12][20]</sup>

Faktor faktor yang akan dihitung pada komponen OEE adalah sebagai berikut<sup>[12][13][20]</sup>:

**2.2.4.1 Availability Factor (A)**

*Availability Factor* (A) merupakan Ketersediaan alat dengan suatu peralatan yang beroperasi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A = AT/TT \dots \dots \dots (12)$$

Keterangan:  
 AT: *Available Time*  
 TT: *Total Calendar Time*

**2.2.4.2 Utilization Factor (U)**

*Utilization Factor* (U) merupakan pemanfaatan menggunakan penandaan produktif jam tersedia. Cara perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut:

$$U = UT/AT \dots \dots \dots (13)$$

Keterangan:  
 UT: *Utilization Time*  
 AT: *Available Time*

**2.2.4.3 Speed Factor (S)**

*Speed Factor* (S) merupakan rasio waktu siklus yang direncanakan dengan waktu siklus aktual. Cara perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut:

$$S = CTp/CTa \dots \dots \dots (14)$$

Keterangan:  
 CTp: *Cycle Time Planned*  
 CTa: *Cycle Time Actual*

**2.2.4.4 Bucket Fill Factor (B)**

*Bucket Fill Factor* (B) merupakan penandaan produktif kapasitas *bucket*, kuantitas *bucket* yang dimuat secara aktual dengan output aktual Cara perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut:

$$B = Oac/Opc \dots \dots \dots (15)$$

Keterangan:

Oac: *Output actual capacity*

Opc: *Output planned capacity*

### 2.2.4.5 OEE of belt Equipment

Dari persamaan di atas didapatkan:

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

Untuk menghitung produksi pada waktu tertentu dapat digunakan rumus:

$$O = Opc \times (Tt \times 3600) / CTP \times OEE \dots\dots\dots (17)$$

## 2.2.5 Diagram Fishbone

Diagram tulang ikan atau *fishbone diagram* adalah salah satu metode / *tool* di dalam meningkatkan kualitas. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram Sebab-Akibat atau *cause effect diagram*<sup>[14][16]</sup>. Penemunya adalah seorang ilmuwan jepang pada tahun 60-an. Bernama Dr. Kaoru Ishikawa, ilmuwan kelahiran 1915 di Tokyo Jepang yang juga alumni teknik kimia Universitas Tokyo. Sehingga sering juga disebut dengan diagram Ishikawa. Metode tersebut awalnya lebih banyak digunakan untuk manajemen kualitas. Yang menggunakan data verbal (*non-numerical*) atau data kualitatif. Dr. Ishikawa juga ditengarai sebagai orang pertama yang memperkenalkan 7 alat atau metode pengendalian kualitas (*7 tools*). Yakni *fishbone diagram*, *control chart*, *run chart*, *histogram*, *scatter diagram*, *pareto chart*, dan *flowchart*<sup>[15][16]</sup>.

Dikatakan *Diagram Fishbone* (Tulang Ikan) karena memang berbentuk mirip dengan tulang ikan yang moncong kepalanya menghadap ke kanan. Diagram ini akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan sebagai moncong kepala. Sedangkan tulang ikan diisi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistik, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu<sup>[14][16]</sup>.

### 2.2.5.1 Manfaat Diagram Fishbone

Pada dasarnya *diagram Fishbone* (Tulang Ikan)/ *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat)/ Ishikawa dapat dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan berikut<sup>[14][16]</sup>:

- Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah
- Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah
- Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut

- Mengidentifikasi tindakan (bagaimana) untuk menciptakan hasil yang diinginkan
- Membahas *issue* secara lengkap dan rapi
- Menghasilkan pemikiran baru.

### 2.2.5.2 Kelebihan/Kekurangan Diagram Fishbone

Kelebihan *Fishbone diagram* adalah dapat menjabarkan setiap masalah yang terjadi dan setiap orang yang terlibat di dalamnya dapat menyumbangkan saran yang mungkin menjadi penyebab masalah tersebut. Sedangkan Kekurangan *Fishbone diagram* adalah *opinion based on tool* dan didesain membatasi kemampuan tim / pengguna secara visual dalam menjabarkan masalah yang menggunakan metode “*level why*” yang dalam, kecuali bila kertas yang digunakan benar – benar besar untuk menyesuaikan dengan kebutuhan tersebut. Serta biasanya *voting* digunakan untuk memilih penyebab yang paling mungkin yang terdaftar pada diagram tersebut<sup>[14][16]</sup>.

## 2.2.6 Perhitungan Biaya Operasional

*Operation cost* atau biaya operasi adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna alat berat tersebut saat alat berat tersebut bekerja. Ada 6 hal yang diperhitungkan dalam *operating cost* ini, yakni<sup>[8][17]</sup>:

### 2.2.6.1 Bahan bakar

Biaya bahan bakar merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk mengoperasikan alat berat, masing masing jenis alat berat memiliki *fuel consumption* yang berbeda-beda.

Onkos bahan bakar  
= Pemakaian perjam (L) x Harga perliter (Rp)..... (18)

### 2.2.6.2 Lubricant (oil and grease), filters and periodic maintenance labor

Setiap unit yang dioperasikan tentunya membutuhkan perawatan, baik itu perawatan apabila terjadi kerusakan, maupun perawatan rutin setiap waktu penggunaan tertentu.

Biaya Oil & Grease  
= Kebutuhan perjam (Kg/jam) x Harga per kg..... (19)

$$\text{Biaya Filter} = \frac{\text{Jumlah filter (unit)} \times \text{harga perunit}}{\text{interval pergantian filter (jam)}} \dots\dots (20)$$

### 2.2.6.3 Ban (Tires)

Salah satu komponen penting dari alat berat, terutama alat pengangkutan adalah komponen ban. Karena ban menjadi tumpuan dari beban yang diangkutnya. Usia pakai dari ban itu sendiri juga dapat diperhitungkan, menyesuaikan dengan kondisi permukaan jalan yang dilalui.

$$\text{Ongkos penggantian ban} = \frac{\text{Harga ban}}{\text{Umur ban}} \dots\dots\dots (21)$$

#### 2.2.6.4 Biaya perbaikan (repair cost)

Biaya perbaikan sangat dipengaruhi oleh kondisi kerja alat, *skill operator* dan perawatan terhadap alat. Kalkulasi biaya perbaikan didapat dari akumulasi data sebelumnya.

#### 2.2.6.5 Special Items

*Special item* disini adalah bagian-bagian dari unit alat berat yang harus diganti bila sudah haus, seperti *teeth bucket*, *ripper point*, dan *shank* pada *grader*. *Special items* juga mempunyai masa pakai, tergantung material yang dikerjakan dan lokasi kerjanya.

#### 2.2.6.6 Gaji Operator (Operator Salary)

Gaji operator menjadi salah satu hal yang harus diperhitungkan dalam penghitungan biaya produksi alat berat. Biasanya operator digaji berdasarkan jam kerja mereka, namun di beberapa perusahaan operator alat berat menjadi karyawan tetap, sehingga gaji operator dibayarkan per bulan.

### 3 Metodologi Penelitian

#### 3.1. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian kuantitatif yang mengacu pada penelitian eksperimen. Metode penelitian kuantitatif merupakan jenis penelitian dimana dalam penelitian ini data yang dikumpulkan berupa angka sebagai lambang dari peristiwa atau kejadian dan dianalisis dengan menggunakan teknik statistik<sup>[18]</sup>.

#### 3.2 Teknik Pengumpulan Data

##### 3.2.1 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.

##### 3.2.2 Pengambilan Data

Pada pelaksanaan penelitian ini penulis menggunakan dua metode pengambilan data yaitu data primer dan data sekunder

##### 1) Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat dari hasil pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan seperti *Cycle time Excavator* pada *Fleet Pengupasan Overburden*, *Cycle time Dump Truck* pada *Fleet Pengupasan Overburden* serta Jumlah *Excavator* dan *Dump Truck* yang bekerja di lapangan (*Fleet Pengupasan Overburden*).

##### 2). Data Sekunder

Data sekunder merupakan data penunjang dalam perhitungan tugas akhir ini antara lain:

- a) Data Curah Hujan
- b) Peta Lokasi
- c) Peta Geologi Daerah Penelitian
- d) Spesifikasi *Excavator* dan *Dump Truck* yang digunakan pada Pengupasan *Overburden*
- e) Waktu Hambatan *Excavator* dan *Dump Truck* pada pada Pengupasan *Overburden*
- f) Jam Jalan *Excavator* dan *Dump Truck*
- g) Target Produksi *Overburden* dan Realisasi Produksi Aktualnya
- h) Daftar Harga Alat
- i) Biaya Bahan Bakar, Biaya *Grease, Oil & Filters*, Biaya Ban (*Tires*), Biaya Perbaikan (*Repair Cost*), Biaya *Special Items* dan Gaji Operator (*Operator Salary*).

#### 3.2.3 Pengolahan Data

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

#### 3.2.4 Pembahasan

Hasil pengolahan data berupa produktivitas alat, produksi alat, waktu efektif baru yang seharusnya diterapkan di perusahaan dan biaya operasional sebelum dan setelah dilakukan analisis serta ketercapaian target produksi.

#### 3.2.5 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.

### 3.3 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. Analisis Data dalam Penelitian Tugas Akhir ini adalah analisis data secara statistik dan diolah menggunakan *Software Microsoft Excel*.

## 4 Analisa Data dan Pembahasan

### 4.1 Data

#### 4.1.1 Jadwal Kerja

Adapun jadwal kerja Pengupasan *Overburden* pada *Shift* 1 Penambangan PT PIR adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Jadwal Kerja PT Pengembangan Investasi Riau

Shift	Kegiatan	Senin-Kamis, Sabtu-Ahad		Jum'at	
		Waktu (WIB)	Lama (menit)	Waktu (WIB)	Lama (menit)
1(Pagi-Siang)	Mulai operasional	07.00	0	07.00	0
	Kerja Produktif	07.00-12.00	300	07.00-11.30	270
	Istirahat, Sholat, Makan	12.00-13.00	60	11.30-13.30	120
	Kerja Produktif	13.00-18.00	300	13.30-18.00	270
	Stop Operasional	18.00	0	18.00	0
	Total waktu yang digunakan per hari		660	Total waktu yang digunakan per hari	660
	Waktu kerja produktif		600	Waktu kerja produktif hari Jum'at	540

Jadi dengan tabel di atas dapat dihitung

#### **Total Calender Time (TT)**

= Total waktu yang digunakan per hari x 30 hari  
 = 660 menit/hari x 30 hari = 19.800 menit = 330 jam

#### **Available Time (AT)**

= (Waktu kerja produktif Senin-Kamis, Sabtu-Ahad x 26 hari) + (Waktu kerja efektif Jum'at x 4 hari)  
 = (600 menit/hari x 26 hari) + (540 menit/hari x 4 hari)  
 = 15.600 menit + 2.160 menit = 17.760 menit = 296 jam

#### 4.1.2 Perhitungan Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) aktual

##### 4.1.2.1 Excavator Kobelco SK480LC (EE01)

Berdasarkan Data Jam Kerja, *Standby* dan *Repair* dari *Excavator* Kobelco SK480LC (EE01) pada *Shift* 1 Penambangan PT PIR Bulan November 2020 maka dapat diperoleh hasil perhitungan MA, PA, UA dan Eut sebagai berikut:

**Tabel 4.** MA, PA, UA dan Eut Kobelco SK480LC (EE 01)

MA	PA	UA	Eut
100%	100%	40,47%	40,47%

##### 4.1.2.2 Dump Truck Quester CWE 370

Berdasarkan Data Jam Kerja, *Standby* dan *Repair* dari *Dump Truck* Quester CWE 370 (DT78, DT81, DT84, DT85, DT86, DT87, DT89, DT90 dan DT91) pada *Shift* 1 Penambangan PT PIR Bulan November 2020 maka dapat diperoleh hasil perhitungan MA, PA, UA dan Eut sebagai berikut:

**Tabel 5.** MA, PA, UA dan Eut DT Quester CWE 370 (DT78)

MA	PA	UA	Eut
99,17%	99,51%	54,71%	54,44%

**Tabel 6.** MA, PA, UA dan Eut DT Quester CWE 370 (DT81)

MA	PA	UA	Eut
100%	100%	38,71%	38,71%

**Tabel 7.** MA, PA, UA dan Eut DT Quester CWE 370 (DT84)

MA	PA	UA	Eut
29,58%	37,97%	68,60%	26,05%

**Tabel 8.** MA, PA, UA dan Eut DT Quester CWE 370 (DT85)

MA	PA	UA	Eut
100%	100%	53,03%	53,03%

**Tabel 9.** MA, PA, UA dan Eut DT Quester CWE 370 (DT86)

MA	PA	UA	Eut
100%	100%	42,25%	42,25%

**Tabel 10.** MA, PA, UA dan Eut DT Quester CWE 370 (DT87)

MA	PA	UA	Eut
88,39%	93,31%	54,59%	50,94%

**Tabel 11.** MA, PA, UA dan Eut DT Quester CWE 370 (DT89)

MA	PA	UA	Eut
93,37%	96,24%	54,95%	52,89%

**Tabel 12.** MA, PA, UA dan Eut DT Quester CWE 370 (DT90)

MA	PA	UA	Eut
90,83%	94,81%	54,16%	51,35%



**Tabel 13.** MA, PA, UA dan Eut DT Quester CWE 370 (DT91)

MA	PA	UA	Eut
87,60%	92,10%	60,59%	55,80%

## 4.2 Analisa Data

### 4.2.1 Perhitungan Produksi secara teoritis tanpa rumus Overall Equipment Effectiveness (OEE)

#### 4.2.1.1 Produksi Excavator Kobelco SK480LC (EE01)

Diketahui:

q1 : 2,4 m<sup>3</sup> k : 1,1  
 SF : 0,85 Eff : 40,47% = 0,4047  
 Ctm : 17,984 detik  
 Jam kerja efektif: 102,38 jam

Hasil perhitungan produksi dari data di atas dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 14.** Hasil perhitungan produksi Excavator Kobelco SK480LC (EE01) pada Pengupasan Overburden tanpa rumus OEE serta produksi aktualnya

No	Produksi Teoritis (bcm)	Produksi Aktual (bcm)
1	18.610,10	17.780

#### 4.2.1.2 Produksi Dump Truck Quester CWE 370

Diketahui:

n : 4 q1 : 2,4 m<sup>3</sup>  
 k : 1,1 SF : 0,85  
 Eff. DT78 : 0,5444 Eff. DT81 : 0,3871  
 Eff. DT84 : 0,2605 Eff. DT85 : 0,5303  
 Eff. DT86 : 0,4225 Eff. DT87 : 0,5094  
 Eff. DT89 : 0,5289 Eff. DT90 : 0,5135  
 Eff. DT91 : 0,5580 Cta : 439,476 detik  
 Jam kerja Efektif DT 78 : 44,53 jam  
 Jam kerja Efektif DT 81 : 17 jam  
 Jam kerja Efektif DT 84 : 20,58 jam  
 Jam kerja Efektif DT 85 : 66,87 jam  
 Jam kerja Efektif DT 86 : 31,22 jam  
 Jam kerja Efektif DT 87 : 48,13 jam  
 Jam kerja Efektif DT 89 : 25,35 jam  
 Jam kerja Efektif DT 90 : 32,18 jam  
 Jam kerja Efektif DT 91 : 57,45 jam

Hasil perhitungan produksi masing masing Dump Truck Quester CWE 370 per bulan berdasarkan data di atas dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 15.** Hasil perhitungan produksi Dump Truck Quester CWE 370 pada Pengupasan Overburden tanpa rumus OEE serta produksi aktualnya

No	Kode DT	Produksi Teoritis (bcm)	Produksi Aktual (bcm)
1	DT78	1.782,39	17.780
2	DT81	483,82	
3	DT84	394,20	
4	DT85	2.607,34	
5	DT86	969,91	
6	DT87	1.802,78	
7	DT89	985,82	
8	DT90	1.214,96	
9	DT91	2.357,24	
Total		12.598,46	17.780

### 4.2.2 Perhitungan Match Factor

Diketahui:

Na : 4 n : 4  
 Ctm : 17,984 detik Nm : 1  
 Cta : 439,476 detik

Perhitungan:

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

$$MF = \frac{4 \times 4 \times 17,984}{1 \times 439,476}$$

$$MF = 0,6547$$

Jadi, setelah dilihat dari hasil perhitungan di atas MF<1 yang artinya alat angkut bekerja 100%, alat muat bekerja kurang dari 100% sehingga terjadi alat muat menunggu alat angkut.

Dari hasil di atas dikarenakan MF<1, maka alat muat menunggu alat angkut.

### 4.2.3 Perhitungan Produksi dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)

#### 4.2.3.1 Produksi Excavator Kobelco SK480LC (EE01)

Diketahui:

TT : 330 jam Ctp : 15 detik  
 AT : 243 jam Cta : 17,984 detik  
 UT : 102,38 jam Oac : 2,64 m<sup>3</sup>  
 Opc : 2,4 m<sup>3</sup>

Hasil perhitungan nilai OEE dan Output produksi Excavator Kobelco SK480LC (EE01) berdasarkan data di atas setelah dihitung Availability Factor (A), Utilization Factor, Speed Factor (S) dan Bucket Factor(B) -nya dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 16.** *Avaibility Factor (A), Utilization Factor (U), Speed Factor (S), Bucket Factor (B), OEE, Output Produksi* berdasarkan OEE dan *Output Produksi* (aktual) Excavator Kobelco SK480LC (EE01) (sebelum perbaikan jam kerja)

A	U	S	B	OEE	O (m <sup>3</sup> )	O (aktual) (m <sup>3</sup> )
0,897	0,3459	0,8341	1,1	0,2847	54.115,776	17.780

Berdasarkan hasil perhitungan nilai OEE tersebut, nilai OEE dari *Excavator Kobelco SK480LC (EE01)* pada bulan November 2020 sangat jauh dari standar OEE kelas dunia yaitu 85%. Oleh sebab itu perlu dilakukan proses optimalisasi produksi untuk meningkatkan nilai OEE tersebut menjadi lebih besar lagi.

#### 4.2.3.2 Produksi DT Quester CWE 370

Diketahui:

TT : 330 jam	AT. DT78 : 81,8 jam
AT. DT81 : 43,92 jam	AT. DT84 : 79 jam
AT. DT85 : 126,1 jam	AT. DT86 : 73,89 jam
AT. DT87 : 94,48 jam	AT. DT89 : 47,93 jam
AT. DT90 : 62,67 jam	AT. DT91 : 102,95 jam
UT. DT78 : 44,53 jam	UT. DT81 : 17 jam
UT. DT84 : 20,58 jam	UT. DT85 : 66,87 jam
UT. DT86 : 31,22 jam	UT. DT87 : 48,13 jam
UT. DT89 : 25,35 jam	UT. DT90 : 32,18 jam
UT. DT91 : 57,45 jam	
CTp : 300 detik	CTa : 439,476 detik
Oac : 11 m <sup>3</sup>	Opc : 10 m <sup>3</sup>

Hasil perhitungan nilai OEE dan *Output produksi Dump Truck Quester CWE 370 (DT78, DT81, DT84, DT85, DT86, DT87, DT89, DT90 dan DT91)* berdasarkan data di atas setelah dihitung *Avaibility Factor (A), Utilization Faktor (U), Speed Factor (S) dan Bucket Factor (B)* -nya dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 17.** Hasil perhitungan produksi *Dump Truck Quester CWE 370* pada Pengupasan *Overburden* menggunakan rumus OEE serta produksi aktualnya

No	Kode DT	Nilai OEE	Produksi berdasarkan OEE (bcm)	Produksi Aktual (bcm)
1	DT78	0,1014	4.015,44	17.780
2	DT81	0,03871	1.532,916	
3	DT84	0,04685	1.855,26	
4	DT85	0,1522	6.027,12	
5	DT86	0,07107	2.814,372	
6	DT87	0,1096	4.340,16	
7	DT89	0,06127	2.426,292	
8	DT90	0,07326	2.901,096	
9	DT91	0,1308	5.179,68	
Total			31.092,336	17.780

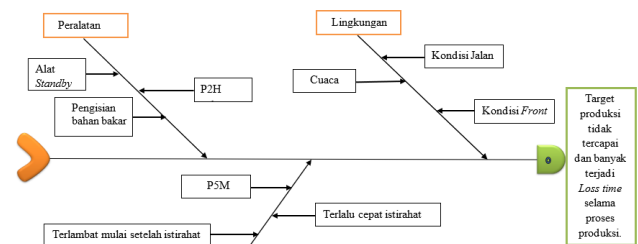
Berdasarkan hasil perhitungan nilai OEE tersebut, nilai OEE dari *DT Quester CWE 370 (DT78, DT81, DT84, DT85, DT86, DT87, DT89, DT90 dan DT91)* pada bulan November 2020 sangat jauh dari standar OEE kelas dunia yaitu 85%. Oleh sebab itu perlu dilakukan proses

optimalisasi produksi untuk meningkatkan nilai OEE tersebut menjadi lebih besar lagi.

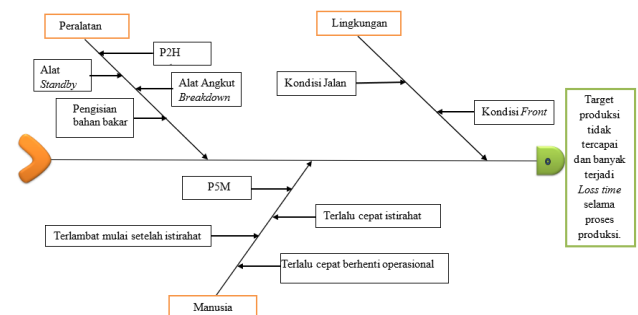
### 4.3 Pembahasan

#### 4.3.1 Diagram Fishbone

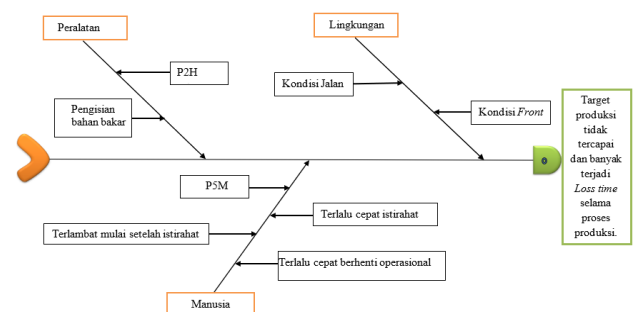
Setelah perhitungan Produktivitas secara teoritis dan dengan cara OEE dan didapatkan hasilnya, dapat dilihat pada data jam kerja terdapat *loss time* yang disebabkan oleh *standby time*. Penyebab *loss time* pada Alat Gali Muat *Excavator Kobelco SK480LC (EE01)* dan *Dump Truck Quester CWE 370 (DT78, DT81, DT84, DT85, DT86, DT87, DT89, DT90 dan DT91)* dalam bentuk diagram *fishbone* (diagram tulang ikan) di bawah ini



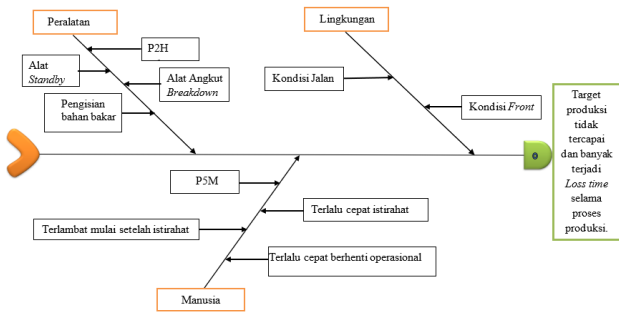
**Gambar 4.** Diagram *Fishbone* Penyebab *Loss Time* pada *Excavator Kobelco SK480LC (EE01)*



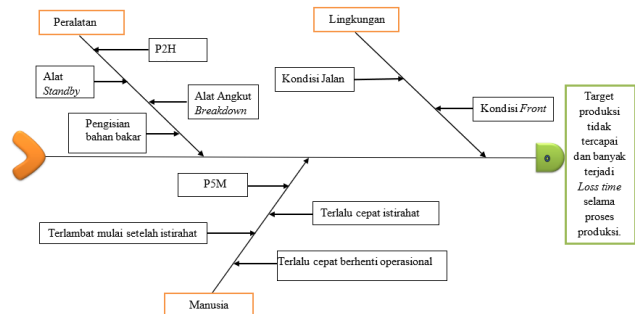
**Gambar 5.** Diagram *Fishbone* Penyebab *Loss Time* pada *Dump Truck Quester CWE 370 (DT78)*



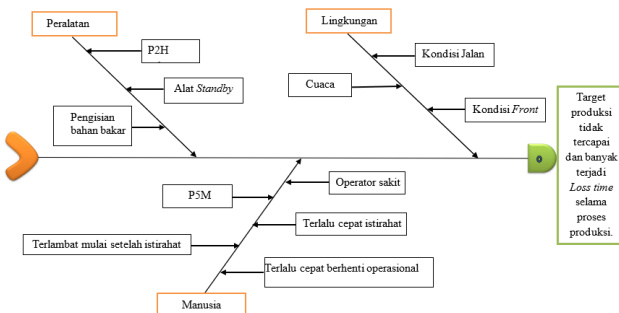
**Gambar 6.** Diagram *Fishbone* Penyebab *Loss Time* pada *Dump Truck Quester CWE 370 (DT81)*



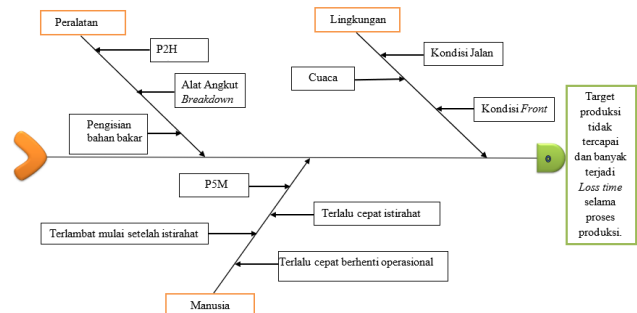
**Gambar 7.** Diagram *Fishbone* Penyebab *Loss Time* pada *Dump Truck* Quester CWE 370 (DT84)



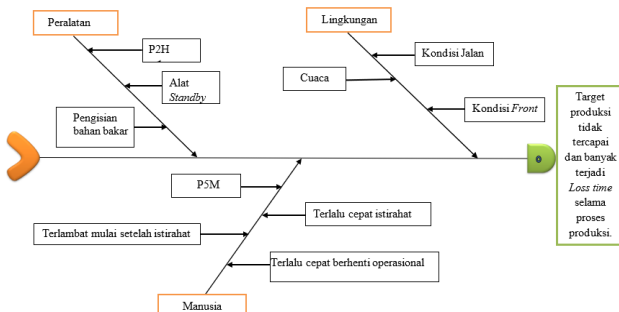
**Gambar 11.** Diagram *Fishbone* Penyebab *Loss Time* pada *Dump Truck* Quester CWE 370 (DT89)



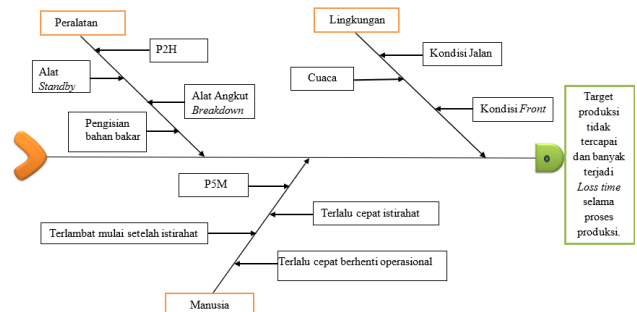
**Gambar 8.** Diagram *Fishbone* Penyebab *Loss Time* pada *Dump Truck* Quester CWE 370 (DT85)



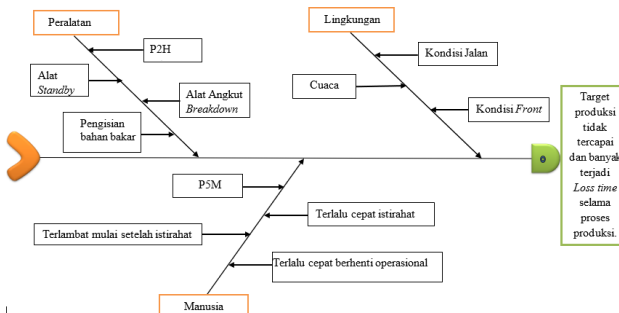
**Gambar 12.** Diagram *Fishbone* Penyebab *Loss Time* pada *Dump Truck* Quester CWE 370 (DT90)



**Gambar 9.** Diagram *Fishbone* Penyebab *Loss Time* pada *Dump Truck* Quester CWE 370 (DT86)



**Gambar 13.** Diagram *Fishbone* Penyebab *Loss Time* pada *Dump Truck* Quester CWE 370 (DT91)



**Gambar 10.** Diagram *Fishbone* Penyebab *Loss Time* pada *Dump Truck* Quester CWE 370 (DT87)

### 4.3.2 Perhitungan Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) setelah perbaikan delay time

#### 4.3.2.1 Excavator Kobelco SK480LC (EE01)

Berdasarkan Data Jam Kerja, *Standby* dan *Repair* dari Excavator Kobelco SK480LC (EE01) pada Shift 1 Penambangan PT PIR Bulan November 2020 setelah perbaikan *delay time* dengan metode toleransi skala terkecil maka dapat diperoleh hasil perhitungan MA, PA, UA dan Eut sebagai berikut:

**Tabel 18.** Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) Excavator Kobelco SK480LC (EE01) setelah perbaikan

MA	PA	UA	Eut
100%	100%	42,26%	42,26%

#### 4.3.2.2 Dump Truck Quester CWE 370

Berdasarkan Data Jam Kerja, Standby dan Repair dari Dump Truck Quester CWE 370 (DT78, DT81, DT84, DT85, DT86, DT87, DT89, DT90 dan DT91) pada Shift 1 Penambangan PT PIR Bulan November 2020 setelah perbaikan jam kerja dengan metode toleransi skala terkecil maka dapat diperoleh hasil perhitungan MA, PA, UA dan Eut sebagai berikut:

**Tabel 19.** Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) DT Quester CWE 370 (DT78) setelah perbaikan delay time

MA	PA	UA	Eut
99,13%	99,51%	56,14%	55,87%

**Tabel 20.** Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) DT Quester CWE 370 (DT81) setelah perbaikan delay time

MA	PA	UA	Eut
100%	100%	40,23%	40,23%

**Tabel 21.** Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) DT Quester CWE 370 (DT84) setelah perbaikan delay time

MA	PA	UA	Eut
29,91%	39,24%	67,45%	26,47%

**Tabel 22.** Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) DT Quester CWE 370 (DT85) setelah perbaikan delay time

MA	PA	UA	Eut
100%	100%	55,67%	55,67%

**Tabel 23.** Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) DT Quester CWE 370 (DT86) setelah perbaikan delay time

MA	PA	UA	Eut
100%	100%	44,73%	44,73%

**Tabel 24.** Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) DT Quester CWE 370 (DT87) setelah perbaikan delay time

MA	PA	UA	Eut
88,84%	93,31%	57,06%	53,24%

**Tabel 25.** Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) DT Quester CWE 370 (DT89) setelah perbaikan delay time

MA	PA	UA	Eut
93,66%	96,24%	57,66%	55,50%

**Tabel 26.** Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) DT Quester CWE 370 (DT90) setelah perbaikan delay time

MA	PA	UA	Eut
90,98%	94,81%	55,15%	52,29%

**Tabel 27.** Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA) dan Effective Utilization (Eut) DT Quester CWE 370 (DT91) setelah perbaikan delay time

MA	PA	UA	Eut
88,05%	92,10%	63,19%	58,20%

#### 4.3.3 Perhitungan Produksi secara teoritis tanpa rumus Overall Equipment Effectiveness (OEE) setelah perbaikan delay time

##### 4.3.3.1 Produksi Excavator Kobelco SK480LC (EE01)

Diketahui:

q1 : 2.4 m<sup>3</sup> k : 1,1  
 SF : 0,85 Eff : 42,26% = 0,4226  
 Ctm : 17,984 detik  
 Jam kerja efektif: 106,93 jam

Hasil perhitungan produksi dari data di atas dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 28.** Hasil perhitungan produksi Excavator Kobelco SK480LC (EE01) pada Pengupasan Overburden tanpa rumus OEE serta produksi aktualnya setelah perbaikan delay time

No	Produksi teoritis tanpa OEE (bcm)	Produksi Aktual (bcm)
1	20.298,52	17.780

##### 4.3.3.2 Produksi Dump Truck Quester CWE 370

Diketahui:

n : 4 q1 : 2,4 m<sup>3</sup>  
 k : 1,1 SF : 0,85  
 Eff. DT78 : 0,5587 Eff. DT81 : 0,4023  
 Eff. DT84 : 0,2647 Eff. DT85 : 0,5567  
 Eff. DT86 : 0,4473 Eff. DT87 : 0,5324  
 Eff. DT89 : 0,5550 Eff. DT90 : 0,5229  
 Eff. DT91 : 0,5820 Cta : 439,476 detik  
 Jam kerja Efektif DT 78 : 45,7 jam  
 Jam kerja Efektif DT 81 : 17,67 jam  
 Jam kerja Efektif DT 84 : 20,91 jam  
 Jam kerja Efektif DT 85 : 70,2 jam  
 Jam kerja Efektif DT 86 : 33,05 jam  
 Jam kerja Efektif DT 87 : 50,3 jam

Jam kerja Efektif DT 89 : 26,6 jam  
 Jam kerja Efektif DT 90 : 32,77 jam  
 Jam kerja Efektif DT 91 : 59,92 jam

Hasil perhitungan produksi masing masing *Dump Truck* Quester CWE 370 per bulan berdasarkan data di atas dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 29.** Hasil perhitungan produksi *Dump Truck* Quester CWE 370 pada Pengupasan *Overburden* tanpa rumus OEE serta produksi aktualnya setelah perbaikan *delay time*

No	Kode DT	Produksi Teoritis tanpa OEE (bcm)	Produksi Aktual (bcm)
1	DT78	1.910,25	17.780
2	DT81	522,6786	
3	DT84	406,9086	
4	DT85	2.873,286	
5	DT86	2.087,0145	
6	DT87	1.969,245	
7	DT89	1.085,546	
8	DT90	1.260,0065	
9	DT91	2.563,9768	
Total		14.678,912	17.780

#### 4.3.4 Perhitungan Produksi dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) setelah perbaikan jam kerja

##### 4.3.4.1 Produksi Excavator Kobelco SK480LC (EE01)

Diketahui:

TT : 330 jam                      Ctp : 15 detik  
 AT : 243 jam                      Cta : 17,984 detik  
 UT : 106,93 jam                  Oac : 2,64 m<sup>3</sup>  
    Opc : 2,4 m<sup>3</sup>

Hasil perhitungan nilai OEE dan Output produksi Excavator Kobelco SK480LC (EE01) berdasarkan data di atas setelah dihitung *Avaibility Factor* (A), *Utilization Faktor*, *Speed Factor* (S) dan *Bucket Factor*(B) -nya dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 30.** *Avaibility Factor* (A), *Utilization Factor* (U), *Speed Factor* (S), *Bucket Factor* (B), OEE, *Output Produksi* berdasarkan OEE dan *Output Produksi* (aktual) Excavator Kobelco SK480LC (EE01) (setelah perbaikan jam kerja)

A	U	S	B	OEE	O (m <sup>3</sup> )	O (aktual) (m <sup>3</sup> )
0,897	0,4226	0,834	1,1	0,2972	56.491,776	17.780

Berdasarkan hasil perhitungan nilai OEE tersebut, nilai OEE dari *Excavator* Kobelco SK480LC (EE01) pada bulan November 2020 sangat jauh dari standar OEE kelas dunia yaitu 85%. Oleh sebab itu perlu dilakukan proses optimalisasi produksi untuk meningkatkan nilai OEE tersebut menjadi lebih besar lagi.

#### 4.3.4.2 Produksi Dump Truck Quester CWE 370

Diketahui:

TT : 330 jam                      AT. DT78 : 81,8 jam  
 AT. DT81 : 43,92 jam              AT. DT84 : 79 jam  
 AT. DT85 : 126,1 jam              AT. DT86 : 73,89 jam  
 AT. DT87 : 94,48 jam              AT. DT89 : 47,93 jam  
 AT. DT90 : 62,67 jam              AT. DT91 : 102,95 jam  
 UT. DT78 : 45,7 jam              UT. DT81 : 17,67 jam  
 UT. DT84 : 20,91 jam              UT. DT85 : 70,2 jam  
 UT. DT86 : 33,05 jam              UT. DT87 : 50,3 jam  
 UT. DT89 : 26,6 jam              UT. DT90 : 32,77 jam  
 UT. DT91 : 59,92 jam  
 CTp : 300 detik                      CTa : 439,476 detik  
 Oac : 11 m<sup>3</sup>                              Opc : 10 m<sup>3</sup>

Hasil perhitungan nilai OEE dan *Output* produksi *Dump Truck* Quester CWE 370 (DT78, DT81, DT84, DT85, DT86, DT87, DT89, DT90 dan DT91) berdasarkan data di atas setelah dihitung *Avaibility Factor* (A), *Utilization Faktor* (U), *Speed Factor* (S) dan *Bucket Factor* (B) -nya dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 31.** Hasil perhitungan produksi *Dump Truck* Quester CWE 370 pada Pengupasan *Overburden* menggunakan rumus OEE serta produksi aktualnya setelah perbaikan *delay time*

No	Kode DT	Nilai OEE	Produksi Berdasarkan OEE (bcm)	Produksi Aktual (bcm)
1	DT78	0,1041	4.122,36	17.780
2	DT81	0,03969	1.571,724	
3	DT84	0,04761	1.885,356	
4	DT85	0,1598	6.328,08	
5	DT86	0,07524	2.979,504	
6	DT87	0,1145	4.534,2	
7	DT89	0,06054	2.397,384	
8	DT90	0,0746	2.954,16	
9	DT91	0,1364	5.401,44	
Total			32.174,208	17.780

#### 4.3.5 Perhitungan Biaya Operasional Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

##### 4.3.5.1 Alat Gali-Muat Excavator Kobelco SK480LC (EE01)

Setelah dilakukan perhitungan biaya operasional maka didapatkanlah hasil sebagaimana yang ditunjukkan oleh tabel berikut:

**Tabel 32.** Total Biaya Operasional *Excavator* Kobelco SK480LC per jam

No	Jenis Biaya	Biaya per jam
1	Biaya Bahan Bakar	Rp 204.400/jam
2	Biaya Oil & Grease	Rp 2.725/jam
3	Biaya Filter	Rp 1.050/jam
4	Gaji Operator	Rp 30.000/jam
Total biaya operasional per jam		Rp 238.175/jam

#### 4.3.5.2 Alat Angkut DT Quester CWE 370

Setelah dilakukan perhitungan biaya operasional maka didapatkanlah hasil sebagaimana yang ditunjukkan oleh tabel berikut:

**Tabel 33.** Total Biaya Operasional DT Quester CWE 370 per jam

No	Jenis Biaya	Biaya per jam
1	Biaya Bahan Bakar	Rp 87.600/jam
2	Biaya Oil & Grease	Rp 668,5/jam
3	Biaya Filter	Rp 1.119,05/jam
4	Biaya Ban	Rp 5.291,005/jam
5	Gaji Operator	Rp 30.000/jam
Total biaya operasional per jam		Rp 93.678,555/jam

#### 4.3.5.3 Perhitungan Biaya Operasional keseluruhan sebelum dan setelah perbaikan jam kerja

Dari Tabel dan dapat dikalkulasikan total biaya operasional yang terpakai dalam satu bulan pada pengupasan Overburden secara aktual dapat dilihat pada tabel berikut ini

**Tabel 34.** Total biaya operasional Excavator Kobelco SK480LC (EE01) dan Dump Truck Quester CWE 370 (aktual)

No	Alat	Jam kerja efektif alat	Jumlah alat	Biaya per BCM	Total Biaya Operasional
1	Exca Kobelco SK480LC(EE01)	102,38 jam	1	Rp 238.175	Rp24.384.356,5
2	DT Quester CWE 370 (DT78)	44,53 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 4.171.506,05
3	DT Quester CWE 370 (DT81)	17 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 1.592.535,44
4	DT Quester CWE 370 (DT84)	20,58 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 1.927.904,66
5	DT Quester CWE 370 (DT85)	66,87 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 6.264.284,97
6	DT Quester CWE 370 (DT86)	31,22 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 2.924.644,49
7	DT Quester CWE 370 (DT87)	48,13 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 4.508.748,85
8	DT Quester CWE 370 (DT89)	25,35 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 2.374.751,37
9	DT Quester CWE 370 (DT90)	32,18 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 3.014.575,90
10	DT Quester CWE 370 (DT91)	57,45 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 5.381.832,98
Total Biaya Operasional per bulan					Rp 56.545.141,22

Kalkulasi total biaya operasional yang terpakai dalam satu bulan pada pengupasan Overburden setelah dilakukan perbaikan *delay time* dapat dilihat pada tabel berikut ini

**Tabel 35.** Total biaya operasional Excavator Kobelco SK480LC (EE01) dan Dump Truck Quester CWE 370 setelah perbaikan

No	Alat	Jam kerja efektif alat	Jumlah alat	Biaya per BCM	Total Biaya Operasional
1	Exca Kobelco SK480LC(EE01)	106,93 jam	1	Rp 238.175	Rp 25.468.052,75
2	DT Quester CWE 370 (DT78)	45,7 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 4.281.109,96
3	DT Quester CWE 370 (DT81)	17,67 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 1.655.300,07
4	DT Quester CWE 370 (DT84)	20,91 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 1.958.818,59
5	DT Quester CWE 370 (DT85)	70,2 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 6.576.234,56
6	DT Quester CWE 370 (DT86)	33,05 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 3.096.076,24
7	DT Quester CWE 370 (DT87)	50,3 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 4.712.031,31
8	DT Quester CWE 370 (DT89)	26,6 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 2.491.849,56
9	DT Quester CWE 370 (DT90)	32,77 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 3.069.846,25
10	DT Quester CWE 370 (DT91)	59,92 jam	1	Rp 93.678,555	Rp 5.613.219,02
Total Biaya Operasional Per Bulan					Rp 58.922.538,31

## 5 Penutup

### 5.1 Kesimpulan

1. Perhitungan produktivitas teoritis tanpa menggunakan rumus OEE menunjukkan bahwa produksi dari Excavator Kobelco SK480LC (EE01) hanya 18.610,10 bcm dan 9 DT Quester CWE 370 (DT78, DT81, DT84, DT85, DT86, DT87, DT89, DT90 dan DT91) totalnya adalah 12.598,46 bcm (tidak mencapai target karena rendahnya efisiensi kerja dari alat yang bersangkutan). Nilai OEE aktual dari Excavator Kobelco SK480LC (EE01) sangat rendah yaitu hanya 28,47% dengan hasil perhitungan produksinya sebesar 54.115,776 bcm. Sedangkan Nilai OEE aktual dari DT Quester CWE 370 berturut turut dari DT78, DT81, DT84, DT85, DT86, DT87, DT89, DT90 dan DT91 nilainya adalah 0,1014 (10,14%); 0,03871 (3,871%); 0,04685 (4,685%); 0,1522 (15,22%); 0,07107 (7,107%); 0,1096 (10,96%); 0,06127 (6,127%); 0,07326 (7,326%) dan 0,1308 (13,08%) dengan total hasil perhitungan produksinya adalah 31.092,336 bcm. Total Biaya operasional Pengupasan Overburden aktual per bulan adalah Rp 56.545.141,22.

2. Berdasarkan hasil analisis dari Diagram Fishbone, penyebab terjadinya *loss time* Excavator dan Dump Truck yang bekerja pada Pengupasan Overburden adalah karena faktor Lingkungan, Peralatan dan Faktor Manusia. Untuk mengoptimalkan kinerja alat, dilakukan perbaikan jam kerja dengan cara mengurangi *loss time* akibat Faktor Manusia dengan metode toleransi standar terkecil sehingga meningkatkan efisiensi alat serta produktivitasnya.

3. Setelah perbaikan *delay time* dengan metode toleransi skala terkecil produksi *Excavator* Kobelco SK480LC (EE01) meningkat dari produksi sebelumnya menjadi 20.298,52 bcm dan untuk produksi DT Quester CWE 370 (DT78, DT81, DT84, DT85, DT86, DT87, DT89, DT90 dan DT91) totalnya produksinya meningkat menjadi 14.678,912 bcm. Nilai OEE *Excavator* Kobelco SK480LC (EE01) juga menjadi 29,72% dengan nilai produksi berdasarkan OEE adalah 56.491,776 bcm, sedangkan Nilai OEE DT Quester CWE 370 dengan kode alat DT78, DT81, DT84, DT85, DT86 DT87, DT89, DT90 dan DT91 secara berturut turut meningkat menjadi 0,1041 (10,41%); 0,03969 (3,969%); 0,04761 (4,761%); 0,1598 (15,98%); 0,07524 (7,524%); 0,1145 (11,45%); 0,06054 (6,054%); 0,0746 (7,46%) dan 0,1364 (13,64%) dengan total produksi berdasarkan OEE adalah 32.174,208 bcm. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai OEE *Excavator* Kobelco SK480LC (EE01) dan 9 DT Quester CWE 370 (DT78, DT81, DT84, DT85, DT86, DT87, DT89, DT90 dan DT91) setelah perbaikan pun masih jauh dari standar OEE kelas dunia, sehingga masih ada ruang untuk *improvement*. Lalu untuk total biaya operasional per bulan pada pengupasan *overburden* setelah perbaikan adalah Rp 58.922.538,31.

## 5.2 Saran

1. Agar produksi lebih optimal, sebaiknya kedisiplinan pekerja agar lebih ditingkatkan lagi untuk mengurangi *loss time*.
2. Untuk meningkatkan efisiensi kerja alat, sebaiknya fokuskan kerja alat pada satu jenis pekerjaan saja, jika kondisi tidak terlalu *urgent*.
3. Untuk meminimalisir adanya debu pada saat cuaca panas dapat dilakukan penyiraman secara berkala dengan membeli/sewa *water truck* yang baru agar tidak membahayakan keselamatan pekerja yang ada di tambang, tentunya dengan melakukan analisis kelayakan ekonomi terlebih dahulu.
4. Tetap utamakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) selama bekerja di lokasi pertambangan.

## Daftar Pustaka

[1] Anonim. 2020. *Laporan Studi Kelayakan Tambang PT PIR (Revisi I) 2020*. Peranap: PT Pengembangan Investasi Riau

[2] Anonim. 2020. *Data Bagian Produksi PT. PIR*. Peranap: PT. Pengembangan Investasi Riau

[3] Partanto, Prodjosumarto. 1996. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: ITB

[4] Yanto Indonesianto, Ir, M.Sc. 2005. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional Veteran.

[5] Choudhary, R.P. 2015. *Optimization of load-haul-dump mining system by OEE and match factor for surface mining*. International Journal of Applied Engineering and Technology. 5(2). 96-102.

[6] Nurhakim. 2004. *Modul Ajar dan Praktikum Pemindahan Tanah Mekanis*. Banjar Baru: Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat

[7] Prasmoro, Alloysius Vendhi dan Sawarni Hasibuan. 2018. *Optimasi Kemampuan Produksi Alat Berat dalam Rangka Produktifitas dan Keberlanjutan Bisnis Pertambangan Batubara: Studi Kasus Area Pertambangan Kalimantan Timur*. Operations Excellence,, 5(1), 1-16.

[8] Anonim. 2007. *Specification and Application Handbook 28th Edition*. Japan: Komatsu Ltd

[9] Sumarya. 2012. *Bahan Ajar Peralatan Tambang*. Padang: UNP Press.

[10] Williamson, R. M. (2006). *Using overall equipment effectiveness: the metric and the measures*. Strategic Work System, Inc, 1-6.

[11] Nakajima, S. (Ed.). 1989. *TPM development program: implementing total productive maintenance*. Productivity press

[12] 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.

[13] Putri, Nadia Anggraini dan Mulya Gusman. 2018. *Optimalisasi Produksi Shovel Komatsu 3000E-6 dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Pengupasan Lapisan Overburden di Pit 2 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk*. Bina Tambang. 3(3), 1300-1309.

[14] Gasperz, V dan Fontana, A. 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries, Waste Elimination and Continous Cost Reduction, Edisi Kedua*. Bogor: Vinchristo Production.

[15] Ishikawa, Kaoru. 1976. *Guide to Quality Control*. Tokyo: Asian Productivity Organization

[16] Heri M, dkk. 2014. *Perencanaan Produktivitas Kerja dari Hasil Evaluasi Produktivitas Dengan Metode Fishbone di Perusahaan Percetakan*

*Kemasan PT. X. Jurnal Teknik Industri HEURISTIC. 11(1), 27-46.*

- [17] Istiqomah, Dita Aprilia dan Mulya Gusman. 2020. *Kajian Teknis Optimasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto. Bina Tambang, 5(1), 61-73.*
- [18] Sugiono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan. Bandung: Alfabeta.*
- [19] Nuryono, Arif. 2017. *Analisis Efektifitas Kinerja Excavator Pada Aktifitas OB Removal Penambangan Batubara Menggunakan Metode OEE: Studi Kasus PT. RML Embalut – Kalimantan Timur. Operations Excellence,, 9(1), 56-68.*
- [20] Nadia, Fitri dan Dedi Yulhendra. 2020. *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 Sarolangon, Provinsi Jambi. Bina Tambang, 5(2), 147-158.*