



**ANALISIS EFEKTIFITAS KINERJA *EXCAVATOR*
PADA AKTIFITAS *OB REMOVAL* PENAMBANGAN
BATUBARA MENGGUNAKAN METODE OEE
Studi Kasus: PT. RML Embalut – Kalimantan Timur**

TESIS

**ARIF NURYONO
55314120027**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2017**



**ANALISIS EFEKTIFITAS KINERJA *EXCAVATOR*
PADA AKTIFITAS *OB REMOVAL* PENAMBANGAN
BATUBARA MENGGUNAKAN METODE OEE
Studi Kasus : PT. RML Embalut – Kalimantan Timur**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Pascasarjana pada Program Magister Teknik Industri**

**ARIF NURYONO
55314120027**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisis Efektifitas Kinerja *Excavator* Pada Aktifitas OB
Removal Penambangan Batubara Menggunakan Metode OEE -
Studi Kasus: PT. RML Embalut - Kaltim

Nama : Arif Nuryono

NIM : 55314120027

Program : Pascasarjana – Program Magister Teknik Industri

Tanggal : 8 Maret 2017

Mengesahkan

Pembimbing,



[Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si]

Direktur
Program Pascasarjana



(Prof. Dr. Didik J. Rachbini)

Ketua Program Studi
Magister Teknik Industri



(Dr. Lien Herliani Kusumah, MT)

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Analisis Efektifitas Kinerja *Excavator* Pada Aktifitas OB
Removal Penambangan Batubara Menggunakan Metode OEE -
Studi Kasus: PT. RML Embalut - Kaltim

Nama : Arif Nuryono

NIM : 55314120027

Program : Pascasarjana – Program Magister Teknik Industri

Tanggal : 8 Maret 2017

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, serta hasil pengolahannya yang dituliskan pada tesis ini, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 8 Maret 2017

A handwritten signature in black ink is written over a green 6000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAI TEMPEL', '6000', and 'ENAM RIBURUPIAH'. The serial number '838991EF607062018' is also visible on the stamp.

Arif Nuryono

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas terselesaikannya penulisan laporan tesis ini. Hanya dengan seizin Allah SWT penulis dapat menyusun tesis hingga selesai seperti yang telah tersaji dalam laporan yang padat dan detail ini.

Tesis yang berjudul “**Analisis Efektifitas Kinerja *Excavator* Pada Aktivitas *OB Removal* Penambangan Batubara Menggunakan Metode OEE - Studi Kasus: PT. RML Embalut – Kaltim**” ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister dalam bidang Teknik Industri (MT) di Universitas Mercu Buana.

Dalam menyusun laporan tesis ini, penulis banyak menerima saran dan bimbingan dari berbagai pihak, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si selaku Dosen Pembimbing Tesis.
2. Dr. Lien Herliani Kusumah., SE.,MT selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Industri.
3. Para Dosen dan Tenaga Administrasi Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana yang telah banyak memberikan bantuan.
4. Istri dan anak-anak saya yang tercinta yang telah banyak memberikan dukungan do’a serta selalu setia menemani saat membuat tesis ini.
5. Ibu saya tercinta yang telah rela memberikan support dan semangat
6. Sahabat-sahabat angkatan XVI Program Kelas Karyawan Program Studi Magister Teknik Industri, terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya.

Penulis sangat menyadari bahwa tesis ini masih banyak terdapat kekurangan, mohon kritik dan saran. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi yang membacanya.

Jakarta, Maret 2017.

Penulis

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Menteng, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKi yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana UMB.

ABSTRACT

Performance measurement in manufacturing industry is usually measured with the approach of OEE (Overall Equipment Effectiveness). In the mining industry, backhoe excavator performance can also be measured by OEE value approach. OEE value measurement performed on the excavator in coal mine Embalut Kaltim. In the case study on the company, the performance analysis also compared with the backhoe excavator defined performance targets of the company. OEE Value mine done OEE parameter modification into 3 dimensions: availability, utilization and productivity index. OEE measurement mine OB Removal devoted to the activity, as this activity has a value greater than most activity cost Getting Coal. The measurement results OEE values for the existing conditions is very low. Two of six units which have a low OEE value. The low value of OEE most influential is the utilization value. If compared with OEE value targets, there are five units of backhoe has a value below the target. Efforts are being made to improve OEE values is by the application of TPM: implementing autonomous maintenance, implementation of SMED: change the internal activity into external and doing jobs that could be eliminated or Parallelize and application 5W1H: make your creative ideas by way of brainstorming or explore the idea of problem solving, After implementation of the improvement idea, the value of simulation obtained quite good, an increase compared with OEE value before improvement.

Keyword: Availability, Utilization, Productivity Index, TPM, SMED, 5W1H

ABSTRAK

Pengukuran kinerja alat di dunia manufaktur biasanya diukur dengan pendekatan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Dalam industri pertambangan, kinerja *excavator backhoe* bisa juga diukur dengan pendekatan nilai OEE. Pengukuran nilai OEE dilakukan pada *excavator* di lokasi tambang batubara Embalut Kaltim. Dalam studi kasus di Perusahaan, analisis kinerja *excavator backhoe* juga dibandingkan dengan target kinerja yang sudah ditetapkan perusahaan. Nilai OEE tambang dilakukan dengan modifikasi parameter OEE menjadi 3 dimensi yaitu: *availability*, *utilization* dan *productivity index*. Pengukuran OEE tambang dikhususkan pada aktivitas *OB Removal*, karena aktivitas ini memiliki nilai *activity cost* paling besar dibanding aktivitas *Coal Getting*. Hasil pengukuran nilai OEE untuk kondisi *existing* sangat rendah. Dari 6 unit *excavator* ada 2 unit yang memiliki nilai OEE rendah. Rendahnya nilai OEE yang paling berpengaruh adalah nilai *utilization*. Jika dibandingkan dengan nilai OEE target, ada 5 unit *backhoe* memiliki nilai dibawah target. Upaya yang dilakukan untuk perbaikan nilai OEE adalah dengan penerapan TPM: melaksanakan *autonomous maintenance*, penerapan SMED: merubah aktifitas internal menjadi eksternal dan lakukan pekerjaan yang bisa dieliminasi atau paralelkan dan penerapan 5W1H: membuat ide-ide kreatif dengan cara *brainstorming* atau menggali ide pemecahan masalah. Setelah penerapan ide perbaikan dilakukan, nilai simulasi yang diperoleh cukup baik, terjadi kenaikan dibandingkan dengan nilai OEE sebelum perbaikan

Kata kunci: *Availability, Utilization, Productivity Index, TPM, SMED, 5W1H*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI DAN LAMBANG	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Perumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	9
1.5 Batasan Masalah	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1. Kajian Teori	
2.1.1. Total Productive Maintenance	11
2.1.2. Teori Overall Equipment Effectiveness	21
2.1.3. Teori Penambangan	26
2.1.4. Teori SMED	36
2.2 Kajian Literatur Peneliti Terdahulu	41
2.2.1 Ulasan Teori Peneliti Terdahulu	41
2.2.2 Rangkuman Teori Peneliti Terdahulu	46

2.3. Kerangka Pemikiran	51
2.3.1 Ulasan Kerangka Variable Penelitian	51
2.3.2 Hubungan Antar Variable Penelitian	52
2.3.3 Bagan Konstelasi Kerangka Pemikiran	53
BAB III METODOLOGI	
3.1 Jenis dan Desain Penelitian	54
3.2 Data dan Informasi	54
3.2.1 Variable Penelitian	54
3.1.2 Jenis dan Sumber Data	55
3.3 Teknik Pengumpulan data	55
3.4 Populasi dan Sampel	56
3.4.1 Populasi	56
3.3.2 Sampel	56
3.5 Instrumen Penelitian	56
3.6 Teknik Analisis Data	56
3.7 Tahapan Penelitian	58
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	
4.1 Hasil	62
4.1.1 Gambaran Umum Penelitian	62
4.1.2 Lokasi Penelitian	63
4.1.3 Proses Penambangan	64
4.1.4 Equipment & Obyek Penelitian	64
4.1.5 Kondisi Penelitian	65
4.2 Analisis dan Perhitunagn Data Penelitian	66
4.2.1 Analisis Data & Perhitungan Availability Excavator	66
4.2.2 Analisis Data & Perhitungan Performance Excavator	70
4.2.3 Analisis Data & Perhitungan Quality Excavator	74
4.2.4 Analisis Data & Perhitungan OEE Excavator	86
4.3 Perhitunagn OEE Berdasarkan KPI Perusahaan	87
4.3.1 Target Availability Excavator PC 400-7	88

4.3.2 Target Performance Excavator PC 400-7	89
4.3.3 Target Quality Excavator PC 400-7	89
4.3.4 Perhitungan Target OEE Excavator PC 400-7	90
BAB V PEMBAHASAN	
5.1 Temuan Utama	92
5.1.1. Capaian OEE Saat Ini.....	92
5.1.2. Perbandingan OEE Saat Ini dengan Target	104
5.1.3. Upaya-Upaya Perbaikan Nilai OEE	105
5.1.4. Nilai Simulasi Hasil <i>Improvement Performanc</i>	109
5.2 Kajian dan Perbandingan Peneliti Sebelumnya	110
5.3 Implikasi Industri	114
5.3.1. Implementasi Ide & Hasil Ide Perbaikan	114
5.3.2. Perbandingan Hasil Improvement EX 425	118
5.4 Keterbatasan Penelitian	119
5.4.1. Keterbatasan implementasi Perbaikan	119
5.4.2. Keterbatasan Data Hasil Perbaikan	119
BAB VI PENUTUP	
6.1 Kesimpulan	121
6.2 Saran	122
DAFTAR PUSTAKA	123
LAMPIRAN	128
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	152

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter 5 S	15
Tabel 2.2. Six Big Losses	20
Tabel 2.3. Six Big Losses Category	23
Tabel 2.4. Efisiensi Kerja Alat Berat	33
Tabel 2.5. <i>Bucket Fill Factor</i> untuk <i>Excavator</i> Jenis <i>Backhoe</i>	33
Tabel 2.6. <i>Bucket Fill Factor</i> untuk <i>Excavator</i> Jenis <i>Shovel</i>	33
Tabel 2.7. Faktor Konversi Volume Tanah / Batuan	35
Tabel 2.8. Standby Delay dan Idle	40
Tabel 2.9 Waktu Hilang saat Operasi	41
Tabel 2.10 Rangkuman Peneliti Terdahulu	46
Tabel 2.11 <i>State of The Arts</i>	48
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	55
Tabel 4.1. Obyek Penelitian	65
Tabel 4.2. Data Kondisi dan Spesifikasi Unit	65
Tabel 4.3. Data <i>Downtime</i> Rata-rata Mingguan Bulan April 2016	67
Tabel 4.4. Data <i>Available Time</i> Rata-rata Mingguan Bulan April 2016	68
Tabel 4.5. <i>Availability</i> Alat Gali Muat <i>Excavator</i>	70
Tabel 4.6. Data Loss Time <i>Excavator</i> April 2016 (jam/hari)	71
Tabel 4.7. Data <i>Effective Working Hour</i> Rerata perhari (April 2016)	73
Tabel 4.8. Data Hasil Perhitungan Performance (bulan April 2016)	73
Tabel 4.9. Efisiensi Kerja Alat Berat	75
Tabel 4.10. <i>Bucket Fill Factor</i> untuk <i>Excavator</i> Jenis <i>Backhoe</i>	75
Tabel 4.11. Contoh Tabel Pengamatan Lapangan (Efisiensi Kerja)	76
Tabel 4.12. Contoh Tabel Pengamatan Lapangan (<i>Bucket Fill Factor</i>)	77
Tabel 4.13. Data Observasi Efisiensi Kerja dan <i>Bucket Fill Factor</i>	78
Tabel 4.14. Produktivitas PC 400 Bulan April 2016	79
Tabel 4.15. Parameter Perhitungan Produktivitas <i>Excavator</i>	79
Tabel 4.16. Spesifikasi Alat PC 400-7	80
Tabel 4.17. Data Standar Cycle Time <i>Excavator</i> (<i>Backhoe</i>)	81

Tabel 4.18. Konversi Pengembangan <i>Material</i> (LCM ke BCM)	82
Tabel 4.19. Hasil Observasi dan Penentuan Parameter Produktivitas	83
Tabel 4.20. Data Hasil Perhitungan <i>Quality Rate</i>	84
Tabel 4.21. Hasil Rata-rata Pencapaian <i>Prod'ty dan Quality</i>	85
Tabel 4.22. Data Perhitungan OEE All Unit Excavator April 2016	87
Tabel 5.1. <i>Availability All Excavator</i>	91
Tabel 5.2. Data <i>Downtime EX 425</i>	92
Tabel 5.3. Breakdown Unit EX 425	93
Tabel 5.4. Analisis <i>Six Big Losses</i> Unit EX 425	94
Tabel 5.5. Data <i>Performance All Excavator PC 400-7</i>	95
Tabel 5.6. Data <i>Loss Time EX 424 (April 2016)</i>	96
Tabel 5.7. Data Detail <i>Loss Time EX 424 (April 2016)</i>	96
Tabel 5.8. Analisis Penyebab <i>Wait Equipment</i> Tinggi	98
Tabel 5.9. Data <i>Quality (Productivity Index) All Excavator PC 400-7</i>	99
Tabel 5.10. Data <i>Prod'ty dan Faktor Koreksi EX 424 (April 2016)</i>	100
Tabel 5.11. Problem <i>Productivity EX 424</i>	100
Tabel 5.12. Analisis Penyebab Perbaikan <i>Front</i> Tinggi	102
Tabel 5.13. Summary Nilai OEE	103
Tabel 5.14. Perbandingan Nilai OEE Aktual dengan OEE Target	104
Tabel 5.15. Ide-Ide Perbaikan Peningkatan <i>Performance EX 424</i>	105
Tabel 5.16. Rata-rata <i>Loss Time Delay EX 424</i>	106
Tabel 5.17. Standarisasi dan Eliminasi/ <i>Parallel</i> Aktivitas EX 424	107
Tabel 5.18. Aktivitas Eliminasi/ <i>Parallel EX 424</i>	107
Tabel 5.19. Perbandingan <i>Improvement Loss Time EX 424</i>	110
Tabel 5.20. Perbandingan <i>Improvement Performance EX 424</i>	110
Tabel 5.21. Perbandingan Penelitian Sebelumnya	113
Tabel 5.22. Implementasi Perbaikan Peningkatan Performance EX 424	115
Tabel 5.23. Perbandingan <i>Improvement SMED EX 424</i>	116
Tabel 5.24. Tanggung Jawab <i>Daily Maintenance</i>	117
Tabel 5.25. Perbandingan <i>Improvement Downtime EX 425</i>	118
Tabel 5.26. Perbandingan Nilai OEE Sebelum dan Setelah Perbaikan	119
Tabel 5.27. Progress Implementasi Ide Perbaikan	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Perkembangan Harga Batu Bara Indonesia	2
Gambar 1.2. Volume Produksi Domestik Batu Bara Indonesia	3
Gambar 1.3. Pencapaian produktivitas <i>excavator</i> 4 tahun terakhir	5
Gambar 1.4. Pencapaian Utilisasi Excavator 4 tahun terakhir.	6
Gambar 1.5. Pencapaian Physical Availability 4 tahun terakhir	6
Gambar 2.1. <i>World Class Manufacturing</i>	13
Gambar 2.2. <i>Six Big Losses</i>	23
Gambar 2.3. <i>Six Big Losses</i> dari Level OEE	24
Gambar 2.4. Aktivitas Penambangan	27
Gambar 2.5. Excavator PC 400-7	30
Gambar 2.5. Ilustrasi Pengembangan Material	34
Gambar 2.6. Struktur SSE	42
Gambar 2.7. Hubungan antar <i>variable</i> utama	52
Gambar 2.8. Hubungan antar <i>variable</i> OEE	52
Gambar 2.9. Kerangka Pemikiran OEE	53
Gambar 3.1. Tahapan Penelitian	61
Gambar 4.1. Peta Lokasi Penelitian	63
Gambar 4.2. Peta Penempatan Lokasi <i>Excavator</i>	66
Gambar 4.3. <i>Availability</i> All PC 400 Bulan April 2016	68
Gambar 4.4. <i>Availability</i> All <i>Excavator</i> Bulan April 2016	70
Gambar 4.5. Diagram Penyebaran EWH All <i>Excavator</i> (April 2016)	73
Gambar 4.6. <i>Performance</i> untuk All <i>Excavator</i>	74
Gambar 4.7. Pencapaian Productivity Index All <i>Excavator</i>	85
Gambar 4.8. Perbandingan Productivity Actual dengan Ideal	85
Gambar 4.9. Pareto Nilai OEE PC 400-7 (bulan April 2016)	88
Gambar 4.10. Perbandingan OEE Aktual dengan OEE Target	91
Gambar 5.1. <i>Availability</i> All <i>Excavator</i> PC 400-7	93

Gambar 5.2. <i>Downtime Excavator (USB dan SB)</i>	93
Gambar 5.3. Potongan <i>Adjuster Track</i> atau <i>Recoil Spring</i>	95
Gambar 5.4. Nilai <i>Performance All Excavator PC 400-7</i>	96
Gambar 5.5. Data <i>Delay dan Idle EX 424 (April 2016)</i>	97
Gambar 5.6. <i>Diagram Pareto Delay EX 424 (April 2016)</i>	98
Gambar 5.8. <i>Fishbone Diagram (wait equipment)</i>	99
Gambar 5.9. Nilai <i>Quality All Excavator PC 400-7</i>	100
Gambar 5.10. Pareto Problem Productivity EX 424	102
Gambar 5.11. <i>Pareto Problem Front Loading EX 424</i>	102
Gambar 5.12. Diagram <i>Fishbone</i> Perbaikan <i>Front Loading EX 424</i>	103
Gambar 5.13. Nilai Dimensi OEE EX 424	104
Gambar 5.14. Hasil Perbandingan <i>Performance (April dan Mei 2016)</i>	117
Gambar 5.15. Hasil Perbandingan <i>Availability (April dan Mei 2016)</i>	118

DAFTAR NOTASI & SINGKATAN

A	: Availability
AP	: Actual Production
APAAB	: Aplikasi Alat-Alat Berat
APBI	: Asosiasi Pengusaha Batubara Indonesia
AVT	: Available Time
BCM	: Bank Cubic Meter
BELT	: Bucket based Excavating, Loading & Transportation
<i>BS</i>	: Breakdown Schedule
<i>BUS</i>	: Breakdown Un Schedule
C/N	: Code Number
CCM	: Compact Cubic Meter
Ct	: Waktu siklus (detik)
CT	: Waktu siklus atau cycle time (detik)
Dgt	: waktu penggalian atau digging time (detik)
<i>Dirjen</i>	
<i>Minerba</i>	: Direktorat Jendral Mineral dan Batubara
Dpt	: Waktu penumpahan material atau passing time (detik)
DT	: Downtime Hours
DT	: Downtime
E	: Efisiensi kerja (%)
EMB	: Embalut
ESDM	: Energi Sumber Daya Mineral dan Batubara
EWH	: Effective working hours
GC	: Global Coal
HBA	: Harga Batubara Acuan
HM	: Hour Meter
HP	: Horse Power
ICI	: Indonesia Coal Index,
IUJP	: Ijin Usaha Jasa Pertambangan
IUP	: Ijin Usaha Pertambangan
K	: Faktor Pengisian bucket
KPI	: Key Performance Indicator
LCC	: Life Cycle Cost
LCM	: Loose Cubic Meter
MOCO	: Monitor Control
MOHH	: Machine On Hand Hour
MPI	: Mine Production Index

NEX	: New Castle Export Index
OB	: Over Burden
OEE	: Overall Equipment Effectiveness
OTED	: One Touch Exchange of Die
OTS	: One Touch Setup
P	: Performance Efficiency
PE	: Production Efficiency
PHK	: Pemutusan Hubungan Kerja
Q	: Produktivitas per jam (m ³ /jam)
q	: Produktivitas per siklus (m ³)
Q	: Rate of Quality
q1	: Kapasitas Munjung (dari spek. Alat) (m ³)
QCO	: Quick Change Over
RC	: Rated Capacity of Equipment per hours
RML	: Riung Mitra Lestari
SET	: Waktu ayun kosong atau swing empty time (detik)
SH	: Standby Hours
SLT	: Waktu ayun bermuatan atau swing load time (detik)
SMED	: Single Minute Exchange of Dies
SSE	: Stochastic shovel effectiveness
TH	: Total Hours
TPM	: Total Productive Maintenance
3600	: Konversi jam → detik
4SRS	: Four Step Rapid Setup
5S	: Seiri Seiton Seiso Seiketsu Shitsuke
5W 1H	: What Why Who When Where How

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi <i>Excavator</i> PC 400-7	128
Lampiran 2 Data <i>Availability</i>	129
Lampiran 3 Data <i>Utilization</i>	132
Lampiran 4 Data <i>Productivity</i>	135
Lampiran 5 Observasi <i>Bucket Fill Factor</i>	138
Lampiran 6 Observasi Efisiensi Kerja	141
Lampiran 7 <i>Summary</i> Efisiensi Kerja dan <i>Bucket Factor</i>	144
Lampiran 8 <i>Summary</i> Nilai OEE	146
Lampiran 9 Data Setelah Perbaikan (<i>Availability</i>)	149
Lampiran 10 Data Nilai OEE Setelah Perbaikan	151

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

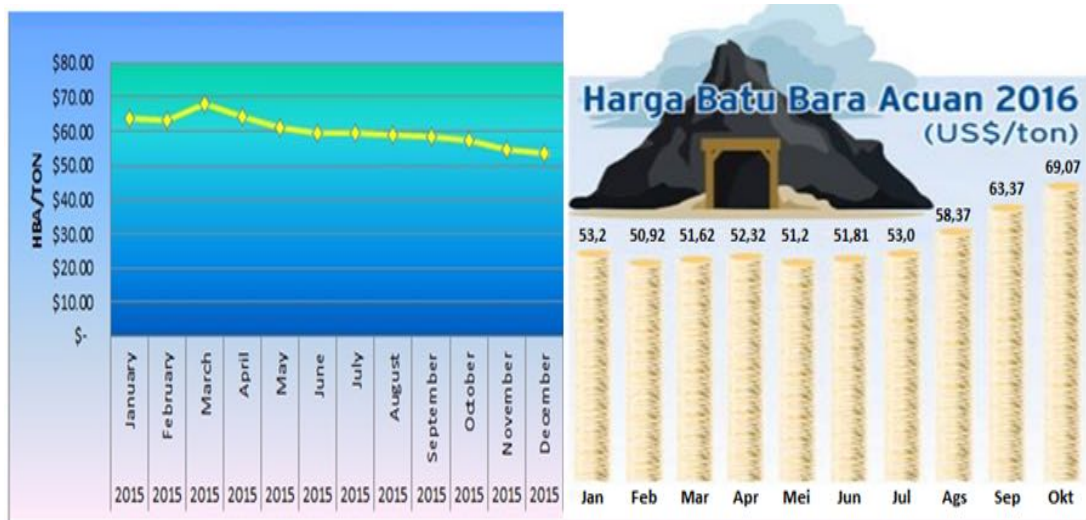
Perkembangan batubara di Indonesia sepanjang tahun 2015 bahkan sampai awal 2016 ini terus menerus mengalami kecederungan menurun. Hal ini terlihat dari beberapa fenomena antara lain:

- a. Harga batubara yang semakin menurun.
- b. Produksi batubara Indonesia cenderung menurun
- c. Terjadi banyaknya pemutusan hubungan kerja di dunia pertambangan batubara tahun 2015, hal ini diakibatkan karena melemahnya harga batubara tersebut.
- d. PHK massal menjadi kebijakan beberapa perusahaan tambang baik pemilik IUP maupun IUJP. (*Sumber: MedanBisnis – Jakarta-2016*)

Selama ini Harga Batubara Acuan yang ditetapkan, didasarkan pada beberapa harga acuan batubara dunia dan harga batubara Indonesia. Data Harga Batubara Acuan berdasarkan *index* pada: *Indonesia Coal Index (ICI)*, *Index Platt 59*, *New Castle Global Coal (GC)* dan *New Castle Export Index (NEX)*. Dari masing-masing harga tersebut memiliki proporsi 25 % dalam menentukan Harga Acuan Batubara yang ditetapkan oleh kementerian ESDM.

Pada Februari 2015, terjadi kenaikan harga batubara di pasar Newcastle. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral mengetok harga batubara acuan (HBA) Maret sebesar US\$67,76 per ton atau naik 7,7% dari HBA Februari yang hanya US\$62,92 per ton. (*APBI-ICMA:bisnis.com - 2016*).

Berikut ini data perkembangan harga batubara sepanjang tahun 2015 – 2016. Data pada Gambar 1.1. menunjukkan *trend* sedikit kenaikan harga batubara pada bulan Agustus 2016, sesuai Harga Batubara Acuan (HBA).



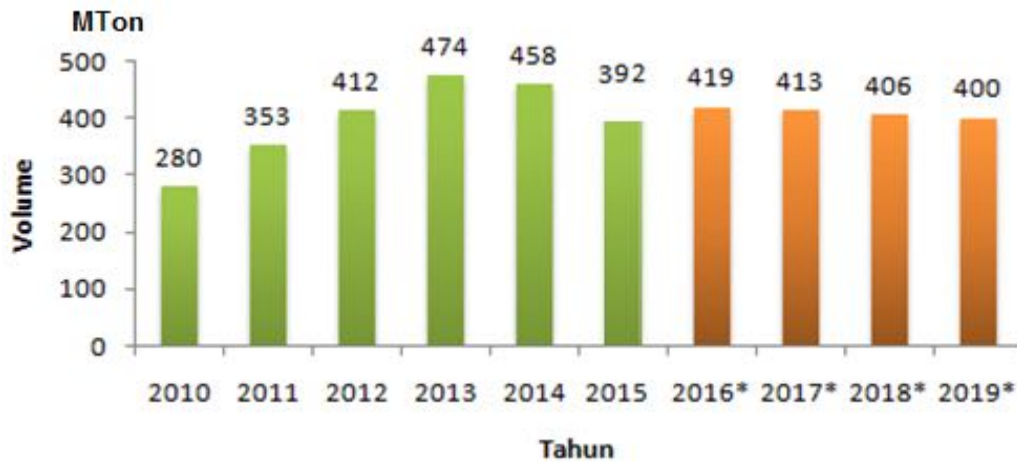
Gambar 1.1. Perkembangan Harga Batu Bara Indonesia

Sumber: Dirjen Minerba, APBI (2015) dan Kementerian ESDM (2016)

Begitu pula dengan kondisi produksi batubara Indonesia. Kementerian ESDM sendiri menargetkan produksi batu bara pada tahun 2015 sebesar 425 juta ton. Angka ini lebih tinggi dari target produksi tahun lalu yang mematok 420 juta ton. Walaupun, realisasi produksi batubara pada 2015 mencapai 392 juta ton, hal ini jauh dibawah target. Jika melihat pada data tersebut perkembangan harga batubara dari Januari 2016 sampai saat ini Oktober 2016 harga batubara mengalami kenaikan pada bulan Agustus 2016 namun prediksi produksi batubara belum naik signifikan.

Penyerapan batu bara untuk kebutuhan dalam negeri tahun 2015 mencapai 87,43 juta ton atau naik hingga 14,77% dibandingkan dengan kebutuhan pada tahun sebelumnya sebanyak 76,18 juta ton. Sebaliknya, volume ekspor hanya membukukan penjualan sebanyak 295,45 juta ton, lebih rendah 22,65% dibandingkan dengan ekspor pada 2014 sebanyak 381,97 juta ton

Meskipun terjadi penurunan, APBI masih optimistis target produksi batubara nasional masih bisa tercapai. Berdasarkan Rencana Pertambangan Jangka Menengah dari Kementerian ESDM. Perhatikan kecenderungan produksi batu bara Indonesia dari tahun 2014, kecenderungan mulai menurun.



Keterangan: * Proyeksi

Gambar 1.2. Volume Produksi Domestik Batu Bara Indonesia

Sumber: Dirjen Minerba, APBI (2015)

Banyak para pemegang IUP (ijin usaha pertambangan) batubara memiliki nilai raport yang merah terkait dengan penjualan hasil produksinya. Oleh sebab itu para pemegang IUP batubara memutuskan tidak memproduksi batu bara jika nantinya akan menjadi kinerja yang negatif. Hal ini berdampak kepada para kontraktor tambang batubara atau pemegang IUJP (ijin usaha jasa pertambangan). Dampak paling nyata bagi para kontraktor tambang (pemegang IUJP) adalah dibatasinya target produksi, diturunkannya target produksi, penurunan nilai kontrak dalam satuan biaya per *volume* (\$/bcm), efisiensi sumber daya (baik manusia maupun alat). Dan masih banyak lagi beberapa dampak yang dirasakan bagi para kontraktor tambang.

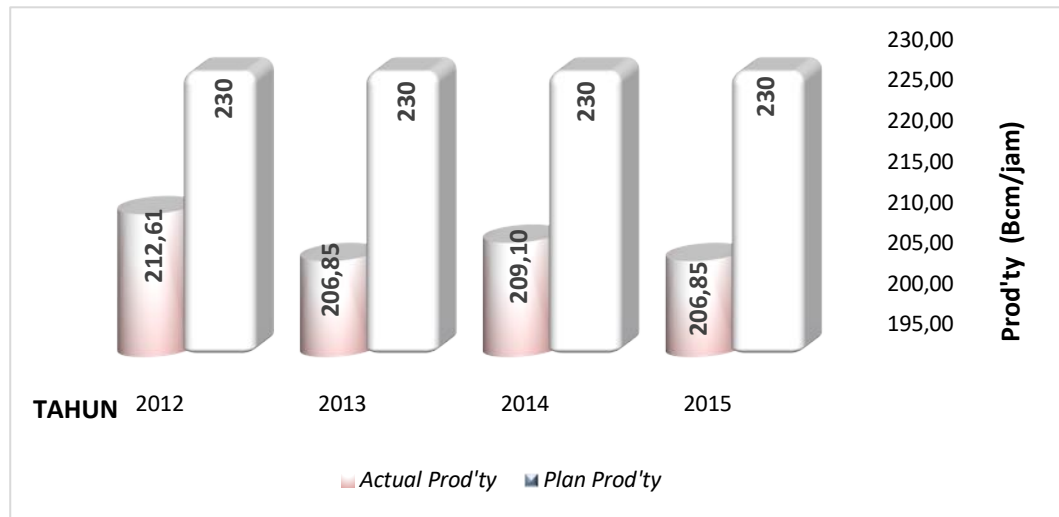
Selama beberapa dekade terakhir, industri pertambangan terbuka (tamka), khususnya para pelaku IUJP (Kontraktor Tambang) telah difokuskan pada pemanfaatan dan peningkatan kinerja alat, melakukan efisiensi baik dari sisi cost, metode kerja dan inovasi teknologi, serta peningkatan kapasitas peralatan produksi yang lebih besar untuk memenuhi tuntutan pasar internasional. Dalam rangka mencapai tingkat produksi yang tinggi dengan harga satuan yang rendah, maka perlu menggunakan peralatan se-efektif mungkin (Waqas et al 2015).

Pertambangan adalah industri padat modal yang sangat, dan diketahui fakta bahwa pemanfaatan peralatan dan estimasi akurat dari pemanfaatan ini sangat penting karena manajer tambang ingin memanfaatkan peralatan mereka seefektif mungkin untuk mendapatkan kembali awal investasi mereka serta mengurangi total biaya produksi. (Elevli, 2010). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah *tools* yang semakin banyak digunakan untuk mengukur pemanfaatan yang efektif dari peralatan di bidang manufaktur dalam hal *availability*, *performance* dan *quality*. Sehingga penelitian ini bertujuan mencoba menerapkan metode pengukuran kinerja alat dengan pendekatan OEE. Analisis *performance*, *availability* dan *quality* bisa menjadi fokus utama untuk mewujudkan visi misi perusahaan. Ukuran keberhasilan suatu perusahaan kontraktor tambang batubara dinilai dari pencapaian produksi, baik produksi *overburden* (OB) dan *coal*. Sehingga pemanfaatan alat yang efektif & produktivitas alat yang optimum dalam melakukan proses produksi adalah salah satu parameter menentukan keberhasilan pencapaian produksi.

Obyek penelitian ini adalah alat gali muat utama yang disebut *excavator* dengan jenis *backhoe*. Sedangkan aktivitas penambangan yang menjadi obyek penelitian adalah aktivitas OB Removal. Dalam aktivitas penambangan dimulai dari pekerjaan Land Clearing – Top soil removal – OB removal – Coal Cleaning – Coal Getting – Coal Hauling – Coal stockpiling. Dimana OB removal dan coal getting adalah aktivitas inti dari penambangan batubara. Salah satu alasan penelitian ini mengambil aktivitas OB removal karena aktivitas OB removal adalah aktivitas dengan biaya operasi yang paling besar. Dari bulan Jan – Maret rata-rata 0,193 \$/bcm sedangkan coal getting adalah 0,167 \$/ton atau setara dengan 0,129 \$/bcm. (sumber: *Data Engineering PT RML 2016*). Alasan kedua adalah karena lokasi tambang tempat penelitian ini memiliki SR besar yaitu 8,9. Dampak SR tinggi berpengaruh terhadap volume OB yang besar, sehingga revenue menjadi besar juga, karena kontrak dalam \$/bcm.

Penelitian ini mengambil lokasi penambangan PT. Riung Mitra Lestari (RML) di site Embalut Kalimantan Timur, karena diantara 4 lokasi hanya site Embalut yang

memiliki karakteristik batuan dengan tingkat kekerasan yang tinggi. Di PT. RML hanya memiliki satu jenis tipe *excavator* yaitu jenis *backhoe*. Berikut beberapa data tentang pencapaian produktivitas, utilisasi dan *physical availability* alat gali muat *excavator*. Berikut data produktivitas *excavator*.

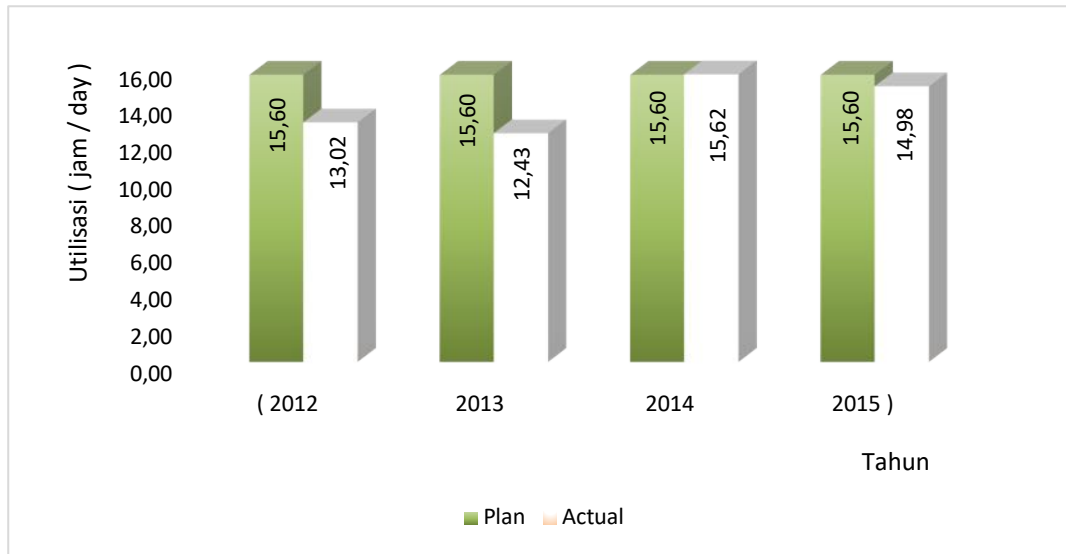


Gambar 1.3. Pencapaian produktivitas *excavator* 4 tahun terakhir

Sumber: MOCO Eng PT. RML (2016)

Pada Gambar 1.3 menunjukkan produktivitas *excavator* selama kurun waktu 4 tahun terakhir. Dimana pencapaiannya masih di bawah target, hanya tercapai 206 bcm/jam tahun 2015 atau jika dibandingkan dengan target hanya tercapai 89,93%. Jika dilihat dari data *trend* produktivitas *excavator* dari tahun ke tahun menunjukkan kecenderungan menurun. Pencapaian secara rata-rata dalam 4 tahun terakhir adalah hanya 90,81%

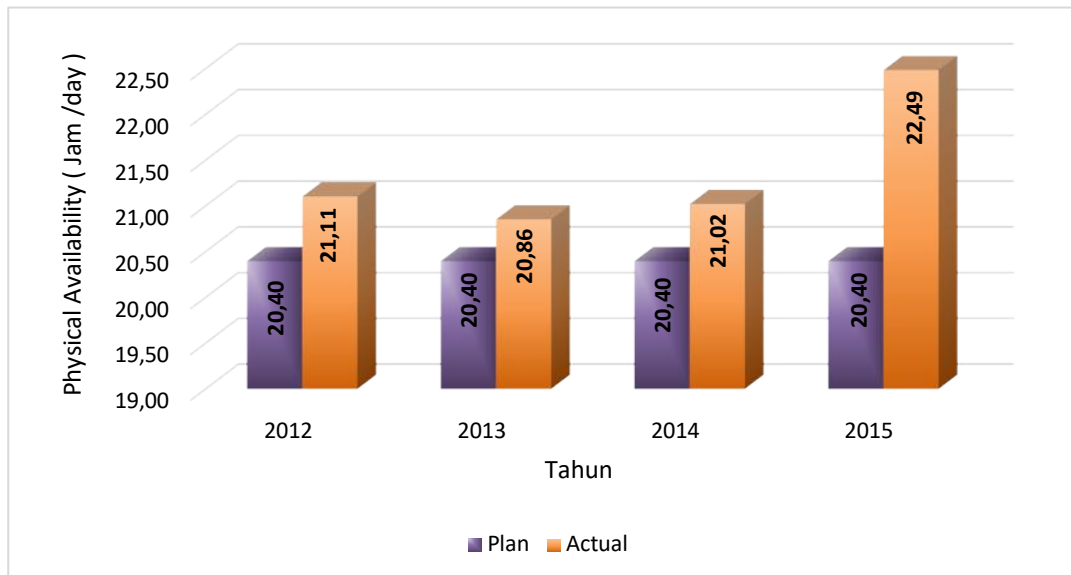
Demikian pula pada Gambar 1.4 pencapaian utilisasi atau pemanfaatan alat *excavator* yang mengalami penurunan dari target yang ditentukan, hanya tercapai 89,92 % di tahun 2015, sehingga kinerja *Job Site* Embalut dikatakan rendah (*low performance*). Secara rata-rata dalam 4 tahun hanya mencapai 89,82%.



Gambar 1.4. Pencapaian Utilisasi Excavator 4 tahun terakhir.

Sumber: MOCO Eng PT. RML (2016)

Dari Gambar 1.5 terlihat bahwa aktual pencapaian *physical availability* (PA) terjadi kenaikan dari target yang telah ditetapkan oleh perusahaan yaitu mencapai 93,7% dari target 83,3% di tahun 2015. Secara *trend* pencapaian *physical availability* rata-rata adalah 104,7%.



Gambar 1.5. Pencapaian Physical Availability 4 tahun terakhir

Sumber: MOCO Eng PT. RML (2016)

Berdasarkan uraian observasi dan fenomena data tentang kinerja PT. Riung Mitra Lestari *Job Site* Embalut Kalimantan Timur tersebut di atas, terlihat bahwa pencapaian rata-rata produktivitas *excavator* selama 4 tahun terakhir adalah 90,81%, pencapaian rata-rata utilisasi *excavator* selama 4 tahun terakhir adalah 89,82% dan pencapaian *physical availability* adalah 104,7%. Berdasarkan hal tersebut peneliti perlu mengkaji mengenai *Overall Equipment Effectiveness* alat *loader Excavator* Jenis *Backhoe* pada Proses Penggalian *Overburden* di Penambangan Batubara Site Embalut, Kalimantan Timur PT. RML

Penelitian dikaji dengan menggunakan beberapa pendekatan *Overall Equipment Effectiveness*. Berdasarkan referensi peneliti terdahulu untuk pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari peralatan pertambangan pernah dilakukan oleh Khan (2015) pada tambang batu kapur (Semen) di wilayah Pakistan, bahwa nilai OEE dari *excavator* jenis *shovel* dan *dump truck* dihitung dengan parameter *Availability rate*, *Performance rate* dan *Quality rate*. Khusus untuk nilai *quality loss*, alat *loader* seperti *shovel* dan *backhoe*, *load factor* atau *fill factor* menjadi parameter kualitas yang berarti seberapa efektif *loader* mengisi penuh *bucket* sesuai dengan kapasitasnya.

Seperti yang dijelaskan peneliti yang lain Eleveli dan Eleveli (2010) dan Akande et al. (2013) dalam jurnalnya bahwa pendekatan OEE didasarkan pada *loading time*. Hal ini bisa menjadi pertimbangan didalam penentuan nilai acuan untuk operasi alat *shovel*. Dalam penelitian ini, nilai acuan OEE yang dihasilkan sesuai dengan data-data adalah 77 %.

Pendekatan penelitian sebelumnya yang lain, yang dilakukan oleh Hoseinie, Ghodrati (2014) bahwa untuk mengukur efektifitas alat, saat ini menggunakan metode baru yang disebut MPI (*Mine Production Index*). Dimana metode ini pendekatannya adalah menggunakan OEE juga. Ada satu ukuran nilai yang diganti yaitu ukuran *quality* diganti dengan *Production Efficiency* (PE). *Production*

Efficiency merupakan kapasitas produksi dalam satuan waktu tertentu. Dalam penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan sederhana adalah

1. OEE untuk aplikasi pertambangan, memiliki keterbatasan, maka perlu dimodifikasi dengan penambahan bobot untuk elemen OEE.
2. Bobot MPI yang diusulkan menjadi benang merah dari efek parameter yang terlibat pada OEE peralatan.
3. MPI akan memberikan nilai optimis terkait dengan efektivitas alat dengan tetap mengacu OEE sebagai bagian dari pengukuran klasik.

Agar solusi yang diperoleh pada penelitian ini tepat maka sebelum melakukan analisis OEE atau metode pengukuran yang lain, perlu dilakukan analisis terhadap permasalahan yang ada. Setelah itu dilakukan analisis korelasi terkait dengan hubungan penyebab permasalahan dan pengaruhnya terhadap nilai efektifitas alat berat.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah sebagaimana diuraikan diatas, maka rumusan masalah yang akan dicari jawabannya melalui penelitian ini adalah:

1. Berapa pencapaian nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) saat ini ?
2. Bagaimana nilai OEE saat ini jika dibandingkan dengan nilai OEE yang didasarkan pada target-target yang sudah ditetapkan perusahaan ?
3. Bagaimana upaya-upaya perbaikan untuk mencapai nilai OEE sesuai target yang ditetapkan perusahaan ?
4. Berapa nilai simulasi OEE jika upaya-upaya perbaikan dilakukan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis:

- a. Mengetahui pencapaian aktual nilai OEE saat ini

- b. Membandingkan nilai OEE saat ini dengan nilai OEE berdasarkan target-target yang ditetapkan perusahaan.
- c. Menentukan langkah-langkah perbaikan untuk mencapai nilai OEE sesuai target perusahaan.
- d. Melakukan perhitungan simulasi nilai OEE setelah diupayakan langkah-langkah perbaikan.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Kegunaan bagi perusahaan

- a) Memberikan pertimbangan dari aspek teknis bagi PT Riung Mitra Lestari untuk mengambil keputusan dalam melakukan perencanaan kebutuhan alat tambang utama di PT Riung Mitra Lestari yang berpengaruh pada produktivitas dan aspek ekonomis proyek.
- b) Dapat dijadikan sebagai suatu standar untuk operasional yang efektif dan memberikan keuntungan bagi perusahaan.

1.4.2. Kegunaan bagi ilmu pengetahuan

Sebagai bahan referensi bagi masyarakat umum khususnya bagi pengusaha pertambangan untuk melakukan operasional pertambangan secara optimal dan efektif dengan pertimbangan aspek ekonomis.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian dan kajian ilmiah ini dilakukan di bidang industri jasa yang dikhususkan pada usaha jasa pertambangan. Penelitian ini juga meliputi aspek teknis usaha jasa pertambangan dan metoda khusus di bidang pertambangan. Kajian yang dilakukan meliputi analisis *availability*, *performance* dan *quality* dari alat *excavator* untuk penghitungan nilai OEE dengan batasan masalahnya adalah sbb:

1. Penelitian ini dikhususkan di salah satu kontraktor Pertambangan di Indonesia yaitu PT Riung Mitra Lestari *Job Site* Embalut (Kalimantan Timur)
2. Dalam analisis OEE ini menggunakan salah satu alat gali muat utama yang di sebut *Excavator* jenis *backhoe* dengan tipe dan merek; Komatsu PC 400 series

3. Kajian OEE dilakukan pada bagian produksi dan pada proses penambangan *overburden* (tanah penutup) atau pada proses *loading* OB
4. Kajian difokuskan pada penambangan *open pit* (tambang terbuka) dengan metode penambangan menggunakan *truck and shovel*
5. Lokasi penambangann di *site* akan fokus pada lokasi pit GSB01 dengan 6 unit alat loading utama yaitu Komatsu PC 400 series dengan kode nomor unit: EX424, EX 425, EX429, EX430, EX431, EX432

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kajian Teori

2.1.1. Total Productive Maintenance (TPM)

2.1.1.1. Definisi dan Konsep TPM

Total Productive Maintenance bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan khususnya manufaktur secara menyeluruh. Dengan kata lain tujuan dari TPM adalah untuk mencapai kinerja yang ideal dan mencapai *zero loss*, yang artinya tanpa cacat, tanpa *breakdown*, tanpa kecelakaan, tanpa kesia-siaan pada proses produksi maupun proses *changeover*. (Nakajima, 1988). TPM merupakan filosofi Jepang yang unik, yang memiliki dikembangkan berdasarkan produktif konsep pemeliharaan dan metodologi. Ini Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh M/s *Nippon Denso Co Ltd* dari Jepang, pemasok M/s *Toyota Motor Company*, Jepang pada tahun 1971. Total pemeliharaan produktif pendekatan inovatif untuk pemeliharaan yang mengoptimalkan efektivitas peralatan, menghilangkan kerusakan dan mempromosikan pemeliharaan otonom oleh operator melalui kegiatan sehari-hari yang melibatkan total tenaga kerja (Bhadury, 2000).

Total Productive Maintenance bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas dari fasilitas yang digunakan di dalam industri, yang tidak hanya dialamatkan pada perawatan saja tapi pada semua aspek dari operasi dan instalasi. Secara definisi TPM atau *total productive maintenance* adalah:

Total: melibatkan semua orang dan semua sumber daya

Productive: upaya untuk mencapai yang terbaik (operasi diatas rata-rata)

Maintenance: mempertahankan atau berkelanjutan

TPM dapat dikatakan sebagai upaya mencapai yang terbaik dengan melibatkan semua orang dan sumber daya untuk mempertahankan operasi yang berkelanjutan.

TPM klasik dari Nakajima mempunyai target atau tujuan:

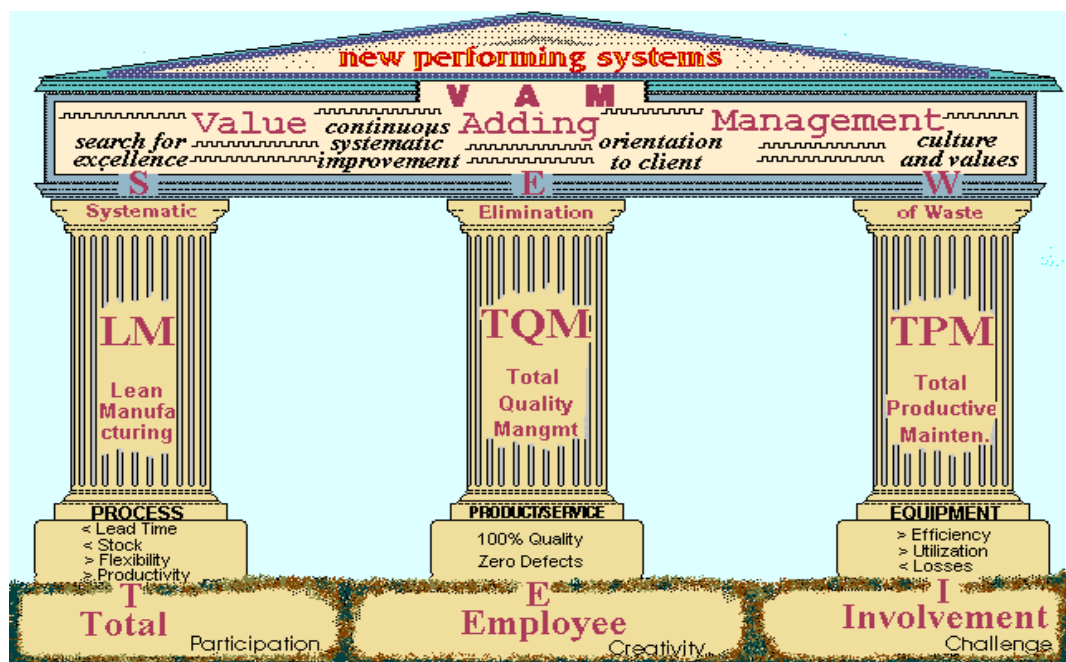
- a) Menghilangkan *six big losses*, untuk memaksimalkan efektivitas peralatan
- b) Pemulihan peralatan untuk kondisi operasi yang optimal
- c) Menghilangkan *Premature Breakdown*
- d) Kegiatan *autonomous maintenance* untuk mempertahankan kondisi peralatan
- e) Peningkatan efisiensi dan efektivitas biaya dari fungsi pemeliharaan
- f) Peningkatan pemeliharaan dan pengembangan sistem pemeliharaan peralatan
- g) Keterlibatan total orang-orang dari semua depts. rencana, desain, penggunaan atau memelihara peralatan dan keterlibatan *Top Management*
- h) Peningkatan *skill* manusia, memaksimalkan *maintenance*, keselamatan dan lingkungan konservasi / pengendalian pencemaran

Menurut Sharma, et al (2006), TPM didefinisikan sebagai strategi perawatan berbasis tim dirancang untuk memaksimalkan efektivitas peralatan dengan mengembangkan sistem produksi pemeliharaan yang komprehensif, mencakup umur peralatan, termasuk semua peralatan yang berhubungan bidang (perencanaan, penggunaan dan pemeliharaan) dan melibatkan setiap orang dalam organisasi.

Penerapan TPM dirumuskan dalam sebuah *master plan*, pertama memutuskan kegiatan yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan TPM. Hal ini sangat penting karena membuat sebuah pemikiran cara-cara efisiensi, dan menjembatani kesenjangan antara baseline dengan tujuan. Kegiatan inti dari TPM ada 8 kegiatan:

1. Fokus pada proses *Improvement*
2. *Autonomous Maintenance*
3. *Planned Maintenance*
4. *Training & Education*
5. *Early Management*
6. *Quality Maintenance*
7. *Administrative & support department activities*
8. *Safety & Environment management*

TPM yang diciptakan oleh Nakajima kurang lebih 20 tahun yang lalu, menjadi dasar filosofi *Plant Management* atau *Maintenance Management*. Sebenarnya TPM itu sendiri merupakan salah satu pilar yang mendukung *World Class Operation*. TPM merupakan proses berkelanjutan, perbaikan sistematis, terhadap sesuai yang *ideal* baik dengan *zero downtime*, *zero cacat* dan *zero accident*. TPM klasik (seperti yang dibuat oleh Nakajima) adalah seperangkat program yang partisipatif yang dirancang untuk meningkatkan efektivitas peralatan (produktivitas - kualitas - *safety*). Terlihat pada Gambar 2.1. ini bahwa TPM menjadi salah satu pilar:



Gambar 2.1. *World Class Manufacturing*

Sumber: Carlo Scodaniibbio (2009)

Konsep inti TPM diklasifikasikan menjadi delapan pilar (Sangameshwaran dan Jagannathan, 2002) seperti yang disarankan dan dipromosikan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance*. Yaitu; pemeliharaan otonom, fokus perawatan, direncanakan pemeliharaan, kualitas pemeliharaan, pendidikan dan pelatihan, TPM kantor, manajemen awal, dan keselamatan, kesehatan dan lingkungan (Irelandia dan Dale, 2001).

Menurut *Jones & Womack* (1996), sebelum penerapan TPM dilakukan dalam suatu perusahaan, perusahaan tersebut harus sudah memenuhi kondisi 5S. Kondisi 5S tersebut adalah:

1. *Seiri (sorting out)* artinya ringkas/pemilahan, yaitu (i) Pemilahan barang menjadi tiga kategori (diperlukan, tidak diperlukan, ragu – ragu);(ii) Tidak ada barang yang tidak diperlukan berada di area kerja; (iii) Tidak ada barang yang berlebih jumlahnya.
2. *Seiton (arranging efficiently)* artinya rapi/penataan, yaitu (i) Mengatur barang – barang yang diperlukan dengan susunan yang tepat sehingga mudah ditemukan pada saat diperlukan dan mudah dikembalikan; (ii) Setiap barang yang masih diperlukan dalam pekerjaan tersedia di tempatnya dan jelas status keberadaannya; (iii) Setiap barang dan tempat penyimpanannya memiliki tanda / identitas yang distandarkan; (iv) Setiap orang mematuhi aturan penyimpanan dan ada mekanisme pemastiannya.
3. *Seiso (checking through cleaning)* artinya resik/pembersihan, yaitu (i) Membersihkan sambil memeriksa; (ii) Menghilangkan sumber penyebab kotor; (iii) Mengupayakan kondisi optimum.
4. *Seiketsu (neatness)* artinya rawat/pemantapan, yaitu (i) Melaksanakan standarisasi di tempat kerja; (ii) Mempertahankan kondisi optimum; (iii) Mewujudkan tempat kerja yang bebas kesalahan.
5. *Shitsuke (discipline)* artinya rajin/disiplin, yaitu (i) Terbiasa merawat ringkas, rapi, resik; (ii) Terbiasa melaksanakan standar kerja; (iii) Mengembangkan kebiasaan positif seperti taat aturan, tepat janji dan tepat waktu serta tidak membuang sampah sembarangan.

Penerapan 5S ini harus dilakukan dalam bertahap cara. Pertama situasi saat ini tempat kerja harus dipelajari dengan melakukan audit 5S. Audit ini menggunakan lembar check sheet untuk mengevaluasi situasi saat ini. Lembar *check sheet* ini terdiri dari berbagai parameter yang akan dinilai yang menyatakan 5 poin untuk setiap 'S'. Berikan peringkat sesuai situasi saat ini pada setiap item 5S yang telah diimplementasikan dan audit dilakukan secara berkala untuk memantau kemajuan dan mengevaluasi keberhasilan implementasi. Setelah selesainya pelaksanaan

audit, cek secara acak terkait 5S dapat telah dilakukan dengan menggunakan lembar perusahaan. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap orang menjalankan dengan benar di tempat kerja. Pada Tabel 2.1. menggambarkan kegiatan utama untuk menjadi panduan/parameter sederhana dalam rangka untuk implementasi 5S yang efektif tempat kerja. KPI Penerapan 5S di tempat kerja dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Parameter 5 S

5 S	PARAMETER
Seiri	Memilah item-item yang tidak perlu dari tempat kerja dan membuang dari tempat kerja
Seiton	Mengatur barang-barang yang diperlukan dalam urutan yang baik sehingga mereka dapat dengan mudah diambil
Seiso	Bersihkan tempat kerja benar-benar untuk membuatnya bebas dari debu, kotoran dan kekacauan
Seiketsu	Mengatur barang-barang yang diperlukan dalam urutan yang baik sehingga mereka dapat dengan mudah diambil untuk penggunaan. Menjaga standar yang tinggi dari <i>house keeping</i> dan organisasi tempat kerja
Shitsuke	Traning dan memotivasi orang untuk mengikuti <i>house keeping</i> disiplin yang baik mandiri

Sumber: Wakjira & Singh (2012)

Pemeliharaan rinci dan organisasi inisiatif dan kegiatan perbaikan yang terkait dengan pilar TPM masing-masing adalah sebagai berikut:

Pilar 1: Focused Improvement

Fokus pada *improvement* mencakup semua kegiatan yang memaksimalkan efektivitas keseluruhan peralatan, proses, dan tanaman melalui penghapusan tanpa kompromi kerugian dan peningkatan kinerja (Suzuki, 1994). Tujuan dari *focused improvement* adalah agar peralatan dapat beroperasi dengan sangat baik setiap harinya. Mesin semakin baik dijalankan, lebih produktif dan usaha menjadi lebih (Leflar, 2001). Konsep yang melatarbelakangi *focused improvement* adalah *zero defect*. Memaksimalkan efektivitas peralatan membutuhkan menghilangkan kegagalan operasi, cacat, dan fenomena negatif lainnya; dengan kata lain, *waste* dan kerugian yang terjadi dalam pengoperasian peralatan (Nakajima, 1988).

Pilar 2: Autonomous Maintenance

Autonomous Maintenance adalah proses dimana operator peralatan menerima dan berbagi tanggung jawab (dengan maintenance) untuk kinerja dan kesehatan peralatan mereka (Robinson dan Ginder, 1995). Konsep mengemudi *autonomous maintenance* adalah penciptaan 'operator peralatan ahli' untuk tujuan 'melindungi peralatan mereka sendiri' (Shirose, 1996), pemeliharaan Otonomi adalah landasan dari kegiatan TPM (Komatsu, 1999). Otonom Pemeliharaan bertujuan untuk mendorong perkembangan dan pengetahuan operator peralatan dan untuk membangun rantai toko tertib, dimana operator dapat dengan mudah mendeteksi keberangkatan dari kondisi yang optimal (Tajiri dan Gotoh, 1992). Ini adalah yang paling dasar dari delapan pilar TPM. Jika kegiatan pemeliharaan otonom tidak cukup, hasil yang diharapkan tidak akan terwujud bahkan jika pilar lain dari TPM ditegakkan (Komatsu, 1999). Memberdayakan otonom pemeliharaan (dan membutuhkan) operator alat untuk menjadi manajer berpengetahuan kegiatan produksi mereka dan mampu: mendeteksi tanda-tanda kerugian produktivitas, menemukan indikasi kelainan dan bertindak atas penemuan tersebut.

Pilar 3: Planned Maintenance

Tujuan pemeliharaan yang direncanakan adalah untuk membangun dan memelihara peralatan yang optimal dan kondisi proses (Suzuki 1994). Merancang sistem pemeliharaan yang direncanakan berarti meningkatkan *output* (tidak ada kegagalan, tidak ada cacat) dan meningkatkan kualitas teknisi pemeliharaan dengan meningkatkan ketersediaan mesin. Melaksanakan kegiatan ini secara efisien dapat mengurangi masukan untuk kegiatan pemeliharaan dan membangun sistem fluida terpadu, yang mencakup: pemeliharaan preventif reguler untuk menghentikan kegagalan, pemeliharaan korektif dan pencegahan pemeliharaan harian untuk menurunkan risiko kegagalan, pemeliharaan breakdown untuk mengembalikan mesin ke urutan kerja segera mungkin setelah kegagalan dan bimbingan & bantuan dalam pemeliharaan otonom (*Japan Institute of Plant Maintenance*, 1996). Kegiatan pemeliharaan direncanakan menempatkan prioritas pada realisasi nol kegagalan (Shirose, 1996).

Pilar 4: Pelatihan dan Pendidikan

Pelatihan dan pendidikan pilar memastikan bahwa karyawan yang terlatih dalam keterampilan diidentifikasi sebagai penting baik untuk pengembangan pribadi mereka dan untuk sukses penyebaran TPM sejalan dengan tujuan dan sasaran (Marofi 2014) organisasi. Keterampilan ditingkatkan dan kinerja semua karyawan di seluruh organisasi sangat penting untuk keberhasilan pelaksanaan TPM. Tujuan dari pelatihan dan pilar pendidikan adalah memiliki multi-terampil karyawan direvitalisasi yang semangat tinggi dan bersemangat untuk datang untuk bekerja dan melakukan semua fungsi yang diperlukan secara efektif dan independen. Pendidikan diberikan kepada operator untuk meningkatkan keterampilan mereka. Tujuannya adalah untuk menciptakan sebuah pabrik penuh ahli. Karyawan harus dilatih untuk mencapai empat fase keterampilan yaitu: Tahap 1- Tidak tahu, Tahap 2 - Tahu teori tetapi tidak dapat melakukan, Tahap 3 - Dapat melakukan tetapi tidak bisa mengajar dan Fase 4 - Dapat melakukan dan mengajarkan (Venkatesh, 2007).

Pilar 5: Early Management

Manajemen awal juga dikenal sebagai Pencegahan Pemeliharaan (Suzuki 1994). Pencegahan pemeliharaan mengacu pada desain kegiatan yang dilakukan selama perencanaan dan konstruksi peralatan baru, yang menyampaikan peralatan derajat kehandalan yang tinggi, pemeliharaan, ekonomi, pengoperasian, keselamatan, dan fleksibilitas, sementara mempertimbangkan informasi pemeliharaan dan teknologi baru, dan dengan demikian mengurangi pemeliharaan biaya dan kerugian kerusakan (Shirose, 1996). Tujuan klasik manajemen awal adalah untuk meminimalkan biaya Life Cycle (LCC) peralatan. Di TPM, konsep desain manajemen awal diperluas untuk mencakup desain yang bertujuan untuk mencapai tidak hanya ada kerusakan (reliabilitas) dan perawatan yang mudah (*maintainability*) tetapi juga pencegahan semua kerugian yang mungkin menghambat efektivitas sistem produksi dan mengejar perbaikan sistem utama. Proses desain manajemen awal meningkatkan kehandalan peralatan [dan proses] dengan menyelidiki kelemahan dalam peralatan yang ada [dan proses] dan memberi informasi yang kembali ke desainer (Suzuki, 1994).

Pilar 6: Quality Maintenance

Pemeliharaan kualitas pembentukan kondisi yang akan menghalangi terjadinya cacat dan kontrol kondisi tersebut untuk mengurangi cacat ke nol. Pemeliharaan kualitas dicapai dengan mendirikan kondisi untuk 'nol cacat', menjaga kondisi dalam standar yang ditentukan, memeriksa dan memantau kondisi untuk menghilangkan variasi, dan melaksanakan tindakan pencegahan di muka cacat atau peralatan/kegagalan proses. Konsep kunci dari pemeliharaan kualitas yang berfokus pada tindakan pencegahan sebelum terjadi 'daripada tindakan reaktif' setelah itu terjadi '(*Japan Institute of Plant Maintenance*, 1996). Pemeliharaan kualitas mendukung tujuan utama dari TPM yang memastikan bahwa peralatan dan proses yang jadi andalan mereka selalu berfungsi dengan baik (Schonberger, 1986). Pra-kondisi untuk pelaksanaan pemeliharaan kualitas sukses meliputi penghapusan dipercepat kerusakan peralatan, penghapusan masalah proses, dan pengembangan pengguna terampil dan kompeten. (Shirose 1996).

Pilar 7: Administrative, Office & Support TPM

Office TPM dilakukan dalam rangka meningkatkan produktivitas, meningkatkan efisiensi dalam fungsi administratif dan teknis, dan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan kerugian. Ini termasuk menganalisis proses dan prosedur dengan tujuan meningkatkan otomatisasi kantor (Patra, Tripathy dan Choudhary, 2005). departemen ini meningkatkan produktivitas mereka dengan mendokumentasikan sistem administrasi dan mengurangi limbah dan kerugian. Mereka dapat membantu meningkatkan efektivitas produksi-sistem dengan meningkatkan setiap jenis kegiatan terorganisir yang mendukung produksi (Suzuki, 1994).

Pilar 8: Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan

Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan (SHE) adalah TPM pilar *final* dan menerapkan metodologi untuk mendorong ke arah pencapaian *zero* kecelakaan. Program TPM hanya berarti dengan fokus ketat pada keselamatan, kesehatan dan masalah lingkungan. Memastikan kehandalan peralatan, mencegah kesalahan manusia, dan menghilangkan kecelakaan dan polusi adalah prinsip-prinsip kunci dari TPM (Suzuki, 1994). Menerapkan keselamatan TPM, kesehatan dan pilar

lingkungan berfokus pada identifikasi dan menghilangkan keselamatan, kesehatan dan insiden lingkungan. Keamanan lingkungan melampaui kecelakaan hanya menghilangkan dan termasuk pengurangan konsumsi energi, penghapusan limbah beracun, dan pengurangan konsumsi bahan baku (Pomorski, 2004). *Overall Effectiveness Equipment* atau sering disingkat OEE merupakan alat pengukuran indikator performa terhadap efektifitas suatu alat atau mesin. Sebelum banyak membahas mengenai OEE, perlu diingat bahwa OEE tidak lepas dari prinsip TPM.

2.1.1.2. Manfaat TPM

TPM diperlukan untuk mengatasi *6 Big Losses* dalam proses produksi perusahaan manufaktur. Huang, et al (2002) Implementasi TPM bermanfaat untuk meningkatkan produktivitas. Castro dan de (2012) menyatakan manfaat TPM adalah menaikkan OEE dengan melaksanakan sistem preventive maintenance untuk menaikkan ketersediaan mesin. TPM juga menjamin safety selalu terjaga dan menjaga kestabilan proses operasi dengan biaya terkecil.

Masalah yang diatasi oleh TPM sering dikenal dengan sebutan "*Six-big losses*". Tujuan dari *Six Big Losses* adalah *zero breakdowns*. TPM membantu mengeliminasi *six big losses* dari peralatan dan proses-proses. Keseluruhan fokus dari TPM adalah mengeliminasi *waste* yang dikategorikan kedalam 6 jenis *losses*, yaitu: *Breakdown losses*, meliputi 2 jenis yaitu: *Time Losses* terjadi ketika produktivitas rendah. *Quantity Losses* terjadi dikarenakan adanya *defective products*. Untuk mengeliminasi *losses-losses* ini merupakan hal yang sulit. *Set-up and adjustment losses* terjadi ketika produksi dari *item* yang terakhir dan peralatan ditentukan sebagai prasyarat dari *item* yang lainnya. *Idling and minor stoppage losses* terjadi ketika produksi diinterupsi oleh *temporary malfunction*/mesin yang sedang berhenti. Masalah-masalah ini sering diabaikan sebagai penghapusan produk yang tidak dikehendaki sesuai masalah yang dihadapi sehingga *zero minor stoppages* menjadi tujuan utamanya. Yang termasuk pada *idling and minor stoppages losses* adalah *feeder trips*, *changing loads (feeder and delivery)*, *cleaning plates*, *blankets* dan *dampening systems*. *Reduced speed losses* merupakan perbedaan antara *design speed* dengan *actual operating speed*.

Alasan bagi perbedaan dalam hal kecepatan dapat menjadi masalah-masalah mekanikal atau masalah-masalah kualitas. *Reduced speed losses* dapat disebabkan oleh abnormalitas-abnormalitas operasional. *Quality defect and rework* merupakan *losses* didalam kualitas yang disebabkan oleh *malfunctioning production equipment*. Mengurangi kecacatan-kecacatan membutuhkan investigasi yang cermat dan aksi inovatif yang berhubungan dengan perbaiki-perbaiki. *Quality defect and rework* sendiri berhubungan dengan masalah *defective product* yang dapat menjadi produk akhir bagi pelanggan atau *internal work-in-process*. *Start-up losses (Reduced equipment yield)* merupakan *losses* yang terjadi selama tahap-tahap awal dari produksi. Volume dari jenis-jenis *losses* yang ada berhubungan dengan tingkat stabilitas didalam kondisi-kondisi proses dan tujuan guna meminimalisasikan perubahan yang berkelanjutan.

2.1.1.3. Six Big Losses

Tujuan penerapan TPM adalah menghilangkan *six big losses*. Secara terjemahan bebas *six big losses* adalah enam kerugian besar yang terjadi saat mesin atau alat saat dan sedang operasi. Ada 6 kerugian yang secara *ratio* dapat diperhitungkan, sehingga bisa dieliminasi atau di-*reduce*.

Tabel 2.2. Six Big Losses

Six Big Loss Category	OEE Loss Category	Event Examples	Comment
Breakdowns	Down Time Loss	<ul style="list-style-type: none"> Tooling Failures Unplanned Maintenance General Breakdowns Equipment Failure 	There is flexibility on where to set the threshold between a Breakdown (Down Time Loss) and a Small Stop (Speed Loss).
Setup and Adjustments	Down Time Loss	<ul style="list-style-type: none"> Setup/Changeover Material Shortages Operator Shortages Major Adjustments Warm-Up Time 	This loss is often addressed through setup time reduction programs.
Small Stops	Speed Loss	<ul style="list-style-type: none"> Obstructed Product Flow Component Jams Misfeeds Sensor Blocked Delivery Blocked Cleaning/Checking 	Typically only includes stops that are under five minutes and that do not require maintenance personnel.
Reduced Speed	Speed Loss	<ul style="list-style-type: none"> Rough Running Under Nameplate Capacity Under Design Capacity Equipment Wear Operator Inefficiency 	Anything that keeps the process from running at its theoretical maximum speed (a.k.a. Ideal Run Rate or Nameplate Capacity).
Startup Rejects	Quality Loss	<ul style="list-style-type: none"> Scrap Rework In-Process Damage In-Process Expiration Incorrect Assembly 	Rejects during warm-up, startup or other early production. May be due to improper setup, warm-up period, etc.
Production Rejects	Quality Loss	<ul style="list-style-type: none"> Scrap Rework In-Process Damage In-Process Expiration Incorrect Assembly 	Rejects during steady-state production.

Sumber: www.leanindonesia.com (tahun 2015)

2.1.2. Teori Overall Equipment Effectiveness (OEE)

2.1.2.1. Definisi OEE

Selama tahun 1980-an, *Total Productive Maintenance* (TPM) telah menjadi dikenal di industri manufaktur dan OEE diusulkan oleh Nakajima [1984] untuk mengevaluasi kemajuan TPM. Hal ini diartikan sebagai perkalian dari ketersediaan, kinerja dan kualitas. Sejak saat itu, banyak penelitian telah dilakukan di daerah ini seperti Jeong dan Phillips [2001], Jonsson dan Lesshammar [1999], Prickett [1998], Ljungberg [2001], Dal et al [2000] dan Bamjer et al [2003]. Menurut Ahuja & Khamba (2007), Inisiatif TPM mampu membantu produksi dalam merampingkan manufaktur dan fungsi bisnis lainnya, serta dapat mendapatkan keuntungan yang berkelanjutan. Hasil strategi implementasi TPM adalah penurunan kejadian kerusakan mesin yang tak terduga sehingga mengganggu produksi dan mengakibatkan kerugian. Metodologi OEE merupakan penggabungan metrik atau ukuran kinerja dari semua peralatan. Pembuatan pedoman ini menjadi sebuah sistem ukuran yang membantu khususnya bidang manufaktur dalam operasi alat untuk efektifitas kerjanya. Oleh sebab itu untuk mengurangi biaya-biaya, seperti *owning & operating cost* maka inisiatif penerapan TPM fokus dalam mengatasi kerugian, *waste, loss time* dan proses produksi yang tidak efisien, sehingga mempengaruhi produksi secara jumlah outputnya.

Dari definisi ini, kita dapat melihat bahwa peralatan dengan efisiensi lebih tinggi atau paling tinggi ketika sebagian peralatan beroperasi di bawah kondisi yang optimal maka kemungkinan besar *Life Cycle Cost* akan menjadi minimum termasuk: biaya pengadaan, biaya instalasi, biaya pemeliharaan, biaya perkakas khusus dan biaya *overhaul*. Apa yang dimaksud "Kondisi Optimal ?" Menurut sudut pandang TPM, kondisi optimal adalah kondisi yang dibutuhkan peralatan untuk beroperasi pada *setting* parameter kinerja yang berkaitan dengan kecepatan desain atau kapasitas desain.

Kesimpulannya, Peralatan Efisiensi mengacu pada kemampuannya untuk performa terbaik dengan biaya terendah secara keseluruhan. Efisiensi tidak pernah sendiri, tapi secara keseluruhan alat dan termasuk dalam lingkungan "*Lean*". Beberapa

mesin dapat bekerja sangat efisien tapi menghasilkan "pemborosan/waste" produk. Hal ini kadang tidak dapat diterima, oleh karena itu kita harus mendefinisikan juga konsep Peralatan Efektivitas. Ada konsep *Equipment Eficiency dan Equipment Effectiveness*. Dimana keduanya didefinisikan secara formula sebagai berikut:

$$\text{Equipment Efficiency} = \frac{\text{Optimal Condition}}{\text{Life Cycle Cost}} \quad (2.1)$$

$$\text{Equipment Effectiveness} = \frac{\text{Added Value}}{\text{Production}} \quad (2.2)$$

Definisi-definisi di beberapa buku, jurnal, artikel atau paper tentang OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) selalu menekankan pada penghilangan *losses* atau pemborosan, peningkatan kehandalan dan peningkatan kinerja alat. Menurut Williamson (2006), OEE merupakan alat pengukur kinerja keseluruhan alat (*complete, inclusive, whole*), dalam arti bahwa peralatan dapat bekerja seperti seharusnya. OEE juga merupakan *tools* analisis tiga parameter kinerja peralatan yang meliputi *availability, performance efficiency* dan *quality* dari produk atau jasa.

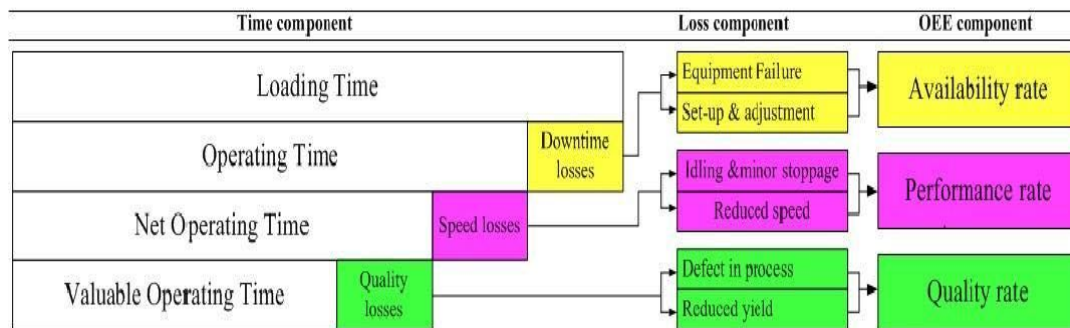
Selain kedua definisi diatas, secara fungsi OEE dapat digunakan sebagai alat pembandingan, oleh sebab itu kadang OEE digunakan sebagai ukuran performa standar alat/mesin. Definisi ini muncul karena OEE sering dipakai perusahaan-perusahaan kelas dunia untuk membandingkan performa alat. Nilai OEE di beberapa perusahaan menjadi *benchmarking* oleh perusahaan-perusahaan kelas menengah atau sejenis untuk meningkatkan performanya.

Nakajima (1988), sebagai orang pertama yang mengenalkan TPM dan pengukuran OEE menyatakan bahwa OEE menekankan pada penghilangan *six big losses* dimana hal itu digambarkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. *Six Big Losses Category*

Six Big Loss Category	OEE Loss Category	OEE Factor
<i>Equipment Failure</i> <i>Setup and Adjustment</i>	<i>Downtime Losses</i>	<i>Availability (A)</i>
<i>Idling and Minor Stoppages</i> <i>Reduced Speed</i>	<i>Speed Losses</i>	<i>Performance (P)</i>
<i>Reduced Yield</i> <i>Quality Defects</i>	<i>Defect Losses</i>	<i>Quality (Q)</i>

Sumber: Nakajima Concept (1988)



Gambar 2.2. *Six Big Losses*

Sumber: Nakajima Concept (1988)

2.1.2.2. Perhitungan Dasar OEE

Jika dikaitkan dengan kedua formula diatas maka TPM juga memiliki metode-metode manajemen yang dapat dijadikan parameter pengukuran. Sistem pengukuran untuk menilai kinerja dari equipment yang terdapat dalam TPM disebut **Overall Equipment Effectiveness (OEE)**. Menurut Jeong dan Phillips (2001), OEE merupakan besaran inti untuk mengukur keberhasilan dalam program penerapan TPM. Samuel, et al (2002) bahkan mengatakan bahwa besaran ini telah diterima secara luas sebagai alat ukur kuantitas yang penting untuk mengukur produktivitas operasional manufaktur.

Peranan OEE jauh melebihi dari hanya sekedar alat untuk mengawasi (*monitoring*) dan mengendalikan (*controlling*) kinerja sistem manufaktur. Bulent, et al (2000)

mengatakan bahwa OEE menyediakan metode yang sistematis untuk meningkatkan target produksi dan memperoleh pandangan yang seimbang antara ketersediaan (*availability*), efisiensi kinerja (*performance efficiency*) dan tingkatan kualitas (*rate of quality*). OEE diperoleh dari ketersediaan peralatan, efisiensi proses dan rata-rata kualitas dari produk. Terkait dengan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

$$OEE = Availability (A) \times Performance Efficiency (P) \times Rate of Quality (Q) \quad (2.3)$$

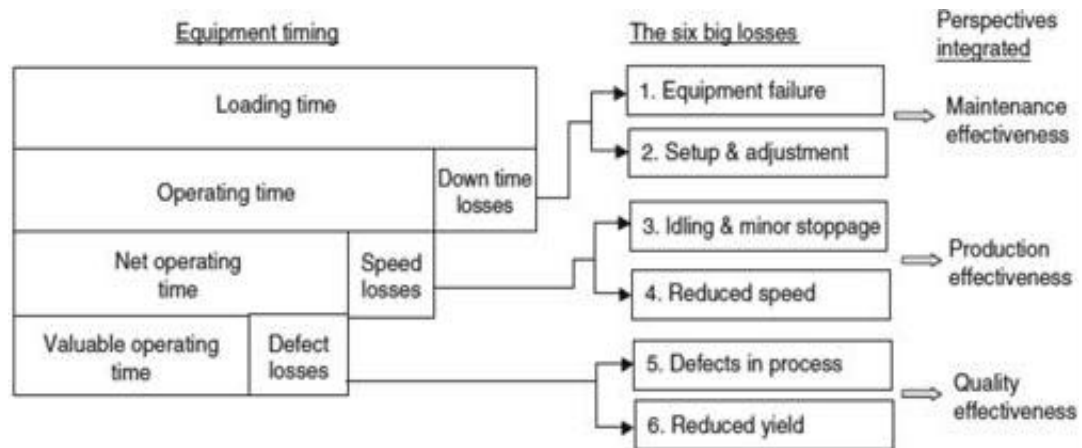
dimana:

$$Availability (A) = \frac{Loading\ time}{Loading\ time - Downtime} \times 100\% \quad (2.4)$$

$$Performance\ Efficiency (P) = \frac{Processed\ Amount}{Operating\ time\ (theoretical\ cycle\ time)} \times 100\% \quad (2.5)$$

$$Rate\ of\ Quality (Q) = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\% \quad (2.6)$$

Menurut Levitt (1996), TPM memiliki *standard 90% availability, 95% performance efficiency* dan *99 % rate of quality*. Sedangkan Blanchard (1997) dan McKone et al.(1999) berpendapat bahwa 85 % OEE secara keseluruhan sudah merupakan *benchmark* kinerja kelas dunia.



Gambar 2.3. Six Big Losses dari Level OEE

Sumber: Muchiri and Pintelon, 2008 stochastic shovel effectiveness SSE

2.1.2.3. Perhitungan OEE untuk Pertambangan

Secara aplikasi OEE sangat lazim dan umum dipakai oleh bidang manufaktur. Karena terkait dengan *quality product* menjadi salah satu parameter. Dalam

penelitian yang dilakukan Charaf & Ding (2015), berusaha untuk menganalisis berbagai aplikasi metrik OEE di bidang manufaktur, terutama fokus pada identifikasi dimana tantangan yang ada. Charaf & Ding (2015) telah mempelajari itu dengan metode penelitian kualitatif untuk menganalisis seberapa besar minat user terhadap alat OEE untuk pengukuran kinerja, dalam hal pemahaman dan penerapannya. Jadi diharapkan bisa menanggapi dan menjawab pertanyaan penelitian mereka, "Apakah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) berlaku universal?" Sementara itu ditemukan keterbatasan metric dan pengukuran OEE.

Aplikasi OEE dalam industri pertambangan berbeda dengan industri manufaktur. Oleh karena itu, diperlukan untuk mengembangkan kerangka klasifikasi peralatan sendiri untuk kerugian yang harus dikaitkan dengan komponen *availability*, *performance* dan *quality* (Castka et al 2003). Klasifikasi data yang diperlukan dikumpulkan akan bervariasi dari peralatan untuk peralatan. Selain itu, lebih sulit untuk mengumpulkan data peralatan pertambangan karena alasan berikut:

- 1) Pertambangan adalah operasi seri yaitu *drilling-blasting*, *digging-loading*, *hauling* dan *dumping*. Karena itu, produksi peralatan yang digunakan dalam setiap langkah tergantung pada produksi peralatan sebelumnya. Bahwa berarti utilisasi masing-masing peralatan mempengaruhi aktifitas yang lain.
- 2) Kapasitas peralatan pertambangan sangat besar. Oleh karena itu efek dari penggunaan pada total produksi sangat tinggi.
- 3) Lingkungan fisik dimana peralatan pertambangan beroperasi kurang dari ideal.
- 4) Lingkungan operasi tambang dinamis dengan banyak diketahui yang dapat mempengaruhi pemanfaatan peralatan drastis

Dari beberapa penelitian pendekatan OEE (*overall equipment effectiveness*) untuk peralatan pertambangan dapat diformulakan sbb:

$$OEE = Availability (A) \times Performance Efficiency (P) \times Rate of Quality (Q) \quad (2.3)$$

dimana:

$$Availability (A) = \frac{Actual\ available\ time}{Total\ Time} \times 100\% \quad (2.8)$$

$$\text{Performance (P)} = \frac{\text{Net production time}}{\text{Actual available time}} \times 100\% \quad (2.9)$$

$$\text{Quality (Q)} = \frac{\text{Valuable production time}}{\text{Net production time}} \times 100\% \quad (2.10)$$

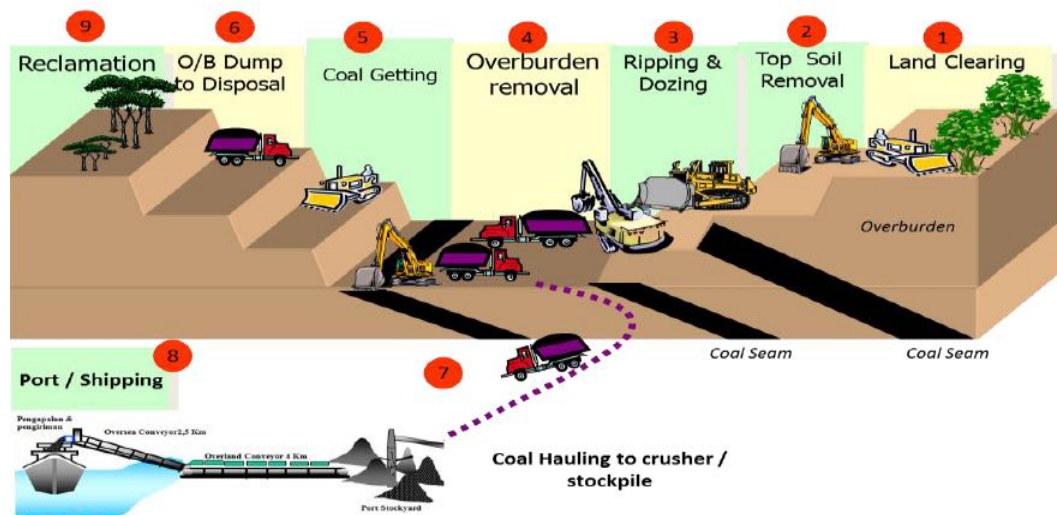
Klasifikasi kerugian di atas adalah pendekatan berbasis waktu kalender dan dapat dikelompokkan sebagai *availability*, *performance* dan *quality*. Jika kita ingin memperkirakan OEE alat gali muat didasarkan pendekatan berbasis waktu loading, waktu diluar aktifitasnya dan waktu *planned maintenance* akan dihapus dari daftar *losses*.

2.1.3. Teori Penambangan

2.1.3.1. Pengenalan & Definisi Penambangan

Penambangan atau eksploitasi adalah proses untuk menghasilkan/menambang hasil bumi seperti minyak bumi, gas, batubara, bahan galian lain dan batuan dari kulit bumi yang telah diselidiki dan telah dipersiapkan. Eksploitasi hanya dapat dilaksanakan atas dasar pemilik Ijin Usaha Pertambangan (IUP). Secara umum aktivitasnya adalah:

1. *Land clearing*
2. *Top Soil Removal*
3. *Drill & Blast* atau *Ripping dozing*
4. *Overburden /Waste Removal*
5. *Coal Getting (coal cleaning, coal expose)*
6. *Overburden Dumping*
7. *Coal Hauling to Stockpile*
8. *Coal Shipping*
9. *Reclamation (re-shaping, re-contouring, re-vegetation)*
10. *Pit Service Activity (Road Maintenance, Dewatering & Lighting)*
11. *Covering Soil (Sub soil dan top soil dilanjutkan dengan reklamasi)*



Gambar 2.4. Aktivitas Penambangan

Sumber: Modul Pelatihan PT RML (2011)

PT. RML yang berlokasi di Desa Separi Embalut adalah penambangan dengan sistem tambang terbuka atau tipe penambangan jenis *open pit*. Jenis tambang *Open pit* adalah tambang terbuka yang aktivitasnya di permukaan bumi. Jadi, apabila dilihat dari sisi nilai resiko, dibandingkan tambang *underground* sama-sama mengandung nilai resiko yang cukup tinggi juga. Salah satunya resiko yang ditimbulkan adalah merusak ekosistem yang ada, menimbulkan pencemaran lingkungan dan bisa menyebabkan banjir jika tidak dikelola dengan baik.

Biasanya tipe ini diterapkan untuk endapan batubara yang mempunyai lapisan tebal dan dilakukan dengan membuat jenjang (*bench*), yaitu:

a. Pembersihan lahan (*land clearing*)

Pembersihan lahan dilakukan untuk membersihkan daerah tambang dari pepohonan. Alat yang biasanya digunakan adalah *bulldozer Caterpillar D10R* untuk mendorong pohon yang berdiameter < 25 cm khusus untuk pohon yang memiliki diameter ≥ 25 cm maka akan dilakukan proses pemotongan pohon tersebut dengan menggunakan *chain saw*.

b. Pengupasan tanah pucuk (*Top Soil Removal*)

Pengupasan top soil biasanya dilakukan dengan menggunakan *excavator* atau yang disebut juga dengan *excavator jenis backhoe*, kemudian tanah tersebut

ditempatkan pada *bank top soil* atau langsung disebarkan pada lokasi yang sudah siap untuk direklamasi.

c. Penggaruan dan perataan (*Ripping & Dozing*)

Pada awal kegiatan pengupasan *overburden* metode pembongkaran yang dilakukan masih dengan cara konvensional yaitu dengan metode *ripping* (penggaruan) menggunakan *bulldozer*.

d. Pengupasan lapisan penutup (*Overburden Removal*)

Overburden yang sudah diberaikan selanjutnya digali dengan *excavator* atau yang disebut juga dengan *excavator* jenis *backhoe*.

e. Pengangkutan *overburden* ke tempat buang (*Overburden to Disposal*)

Material *overburden* yang sudah digali kemudian dituang ke dalam bak (*vessel*) *dump truck* (alat angkut) untuk selanjutnya diangkut ke tempat penyimpanan yang sudah ditentukan ke tempat tersebut biasanya disebut *disposal point*.

f. Penggalian batubara (*coal getting*)

Sebelum melakukan pengambilan batubara (*coal getting*), terlebih dahulu dilakukan kegiatan *coal cleaning*. Maksud dari kegiatan *coal cleaning* adalah untuk membersihkan pengotor yang berasal dari permukaan batubara berupa material sisa tanah penutup yang masih tertinggal sedikit. Selanjutnya dilakukan kegiatan *coal getting* dengan menggunakan alat gali-muat. Apabila terdapat lapisan batubara yang keras, maka dilakukan penggaruan terlebih dahulu sebelum proses pemuatan ke *dump truck*-nya. Penggalian batubara dilakukan dengan menggunakan alat gali-muat/*excavator* tipe *backhoe*.

g. Pengangkutan batubara ke *Stock pile*

Batubara sudah digali selanjutnya dimuat dan diangkut menuju ke tempat penyimpanan batubara atau yang disebut *stock pile* atau *crusher* dengan menggunakan *dump truck*. Batubara tersebut diolah untuk mereduksi ukuran batubara dengan alat *crusher* (penghancur).

h. Pengangkutan batubara ke *Port* dan Pengapalan (*Shipping*)

Batubara yang berasal dari *stock pile* atau *crusher* maupun yang telah melewati proses pencucian akan diangkut menuju *port* dengan menggunakan *dump Truck*. Setelah di *port*, batubara diangkut ke tongkang dengan menggunakan *conveyor* yang selanjutnya dilakukan pengapalan.

i. Reklamasi

Pada lokasi yang sudah tidak ditambang lagi akan dilakukan reklamasi yang dimulai dengan penimbunan material penutup dan selanjutnya dilakukan penanaman tanaman. Adapun jenis tanaman yang pertama ditanam adalah jenis legum yang berfungsi sebagai *cover crop*, jenis ini digunakan agar *top soil* banyak mengandung nitrogen sehingga dapat mendukung kesuburan tanah.

2.1.3.2. Peralatan Penambangan

Penggalian serta pemuatan material menggunakan alat yang disebut *excavator* (sebagai alat gali utama) dan *dump truck* (sebagai alat muat utama) keduanya merupakan interaksi alat dalam aktivitas penambangan yang sangat mempengaruhi operasi penambangan. Untung rugi suatu perusahaan tambang terletak juga pada lancar tidaknya penggalian, pemuatan dan pengangkutan yang tersedia. Penggunaan *dump truck* baik dari segi kapasitas maupun jumlahnya harus disesuaikan dengan *excavator* yang digunakan pada setiap lokasi tambang. Peralatan tambang utama ada dua jenis yaitu alat gali utama dan alat muat utama. Sedangkan peralatan tambang sendiri terbagi menjadi beberapa kelompok sesuai fungsi dan aplikasinya. Peralatan tambang utama:

1. Alat gali muat utama, aktivitasnya *loading, digging, excavating (excavator & wheel loader)*
2. Alat angkut muat utama aktifitasnya *hauling, transport, dumping (dump truck)*

Peralatan tambang support:

1. Alat gusur & dorong aktifitasnya *dozing & spreading (bulldozer)*
2. Alat hampar material aktifitasnya *grading & spreading (motor grader)*
3. Alat pengeboran aktifitasnya *drilling (drilling)*
4. Alat pemadatan aktifitasnya *compacting (compactor)*
5. Alat penyiraman aktifitasnya *water spraying (water truck)*

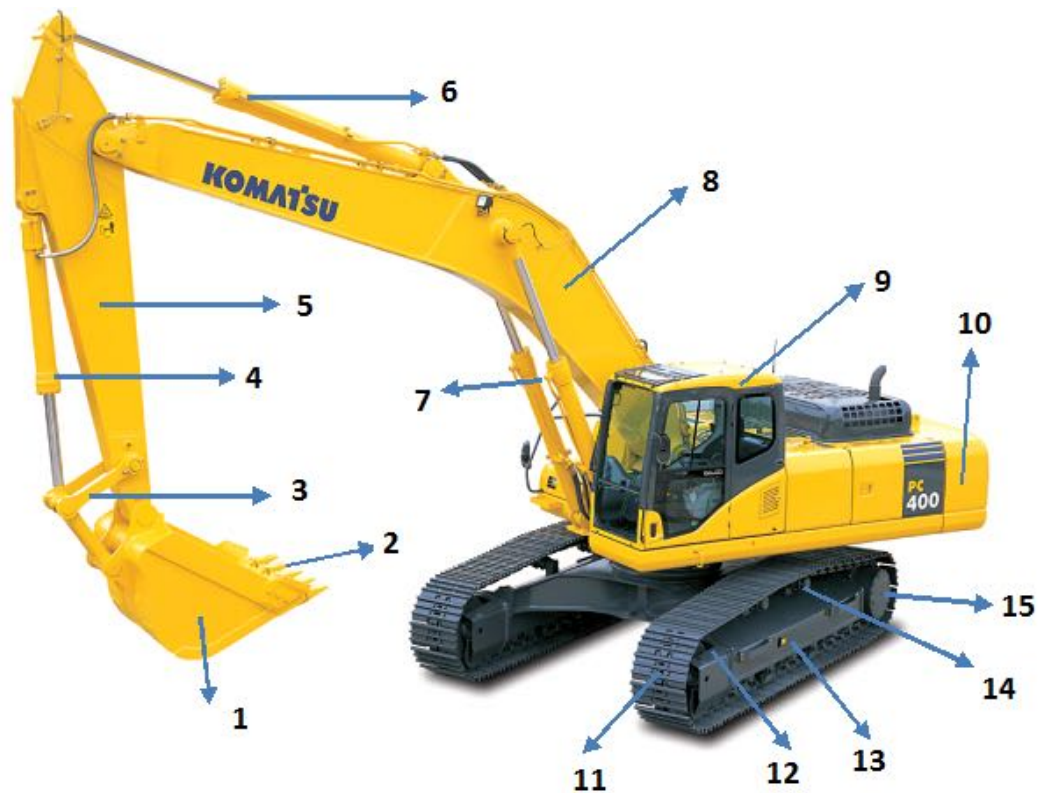
Dalam penelitian ini hanya difokuskan pada 1 jenis alata tambang yaitu *excavator* tipe *backhoe*. Secara rinci terkait pengenalan alat gali muat atau *excavator* ini akan dibahas di sub bab berikutnya.

2.1.3.3. Alat Gali Muat Utama

Untuk penggalian dan pemuatan material ke atas alat angkut (*dump truck*) dibutuhkan alat gali muat (*excavator*) yang harus disesuaikan dengan keadaan lapangan kerja yang sangat bermacam-macam yang sering disebut sebagai *excavator*. Ada beberapa jenis *excavator* yang biasa digunakan pada lokasi penambangan, antara lain ada *Power Shovel* dan *Backhoe*. *Power shovel* merupakan *excavator* dengan kedudukan sejajar dengan material yang akan diambil. Sedangkan *backhoe* merupakan *excavator* untuk menggali material dengan kedudukan material berada di bawah alat. Keuntungan *backhoe* ini jika dibandingkan dengan tipe *shovel* ialah karena *backhoe* dapat menggali sambil mengatur dalamnya galian yang lebih baik. Karena kekakuan konstruksinya, *backhoe* ini lebih menguntungkan untuk penggalian dengan jarak dekat dan memuatkan hasil galian keruk. (Wigroho dan Suryadharma, 1993)

2.1.3.4. Pengenalan *Excavator* (alat gali muat)

Secara profil dan gambaran umum alat dapat diilustrasikan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. *Excavator* PC 400-7

Sumber: Modul Pelatihan PT RML (2011)

Keterangan gambar:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. <i>Bucket</i> | 9. <i>Cabin</i> |
| 2. <i>Teeth bucket</i> | 10. <i>Counter Weight</i> |
| 3. <i>Link bucket</i> | 11. <i>Track Shoe</i> |
| 4. <i>Cylinder bucket</i> | 12. <i>Front Idler</i> |
| 5. <i>Arm</i> | 13. <i>Track frame</i> |
| 6. <i>Cylinder arm</i> | 14. <i>Carrier roller</i> |
| 7. <i>Boom</i> | 15. <i>Sprocket</i> |
| 8. <i>Cylinder boom</i> | |

Excavator khususnya *backhoe* adalah suatu alat berat yang fungsi utamanya untuk menggali material selain itu untuk pekerjaan yang lain seperti: membuat slope/lereng, memindahkan material/tumpukan, pengangkat beban, memecah bebatuan/*breaker* dll yang dibentuk atau didesain sesuai dengan kebutuhan.

2.1.3.5. Produktivitas Alat Berat (*Excavator*)

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 (Nurhakim, 2004), yaitu:

Cycle Time Excavator terdiri dari menggali, mengayun bermuatan, menumpah, mengayun dengan muatan kosong. (Suwandhi, 2001).

$$CT = Dgt + SLT + Dpt + SET \quad (2.11)$$

dimana:

CT = Waktu siklus atau *cycle time* (detik)

Dgt = waktu penggalian atau *digging time* (detik)

SLT = Waktu ayun bermuatan atau *swing load time* (detik)

Dpt = Waktu penumpahan material atau *passing time* (detik)

SET = Waktu ayun kosong atau *swing empty time* (detik)

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.

2.1.3.6. Taksiran Produksi *Excavator* (Alat Gali Muat)

Produksi adalah sesuatu yang dihasilkan oleh suatu perusahaan baik bentuk barang maupun jasa dalam suatu periode waktu yang selanjutnya dihitung sebagai nilai tambah bagi perusahaan. (Fahmi, 2014). Interaksi antara target produksi dengan produksi per unit alat berat akan menentukan jumlah alat yang harus digunakan sesuai dengan kapasitas, jenis material yang akan ditangani dan tingkat kemudahan pengoperasian serta perawatannya (Suwandhi, 2004).

Alat Gali Muat (*excavator*)

1) Produksi per siklus

$$q = q_1 \times K \quad (2.13)$$

dimana:

q = Produksi per siklus (m³)

q₁ = Kapasitas Munjung (dari spek. Alat) (m³)

K = Faktor Pengisian *bucket*

2) Produksi per Jam

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Ct} \quad (2.14)$$

dimana:

Q = Produktivitas per jam (m³/jam)

3600 = Konversi jam → detik

q = Produktivitas per siklus (m³)

E = Efisiensi kerja (%)

Ct = Waktu siklus (detik)

Dalam perhitungan produksi tersebut ada faktor yang sangat berpengaruh yaitu efisiensi kerja. Efisiensi kerja tersebut tergantung pada beberapa faktor seperti kemampuan operator, topografi, kondisi dari mesin, cuaca, metode kerja, dan pemeliharaan alat. Efisiensi kerja sangat sulit untuk diperkirakan, karena

banyaknya faktor yang terlibat. Oleh karena itu nilai efisiensi kerja dapat dilihat di Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Efisiensi Kerja Alat Berat

Operating Conditions	Job Efficiency
<i>Good</i>	0,83
<i>Average</i>	0,75
<i>Rather poor</i>	0,67
<i>Poor</i>	0,58

Sumber: *Specification & Application Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)*

Selain dipengaruhi oleh efisiensi kerja penggalian juga dipengaruhi oleh faktor pengisian bucket (*bucket fill factor*).

Tabel 2.5. *Bucket Fill Factor* untuk Excavator Jenis Backhoe

PC200 – PC1800	Excavating Comditions	Fill Factor
<i>Easy</i>	<i>Excavating natural ground of clay soil, clay, or soft soil</i>	1,1 – 1,2
<i>Average</i>	<i>Excavating natural ground of soil such as sandy soil and dry soil</i>	1,0 – 1,1
<i>Rather difficult</i>	<i>Excavating natural ground of sandy soil with gravel</i>	0,8 – 0,9
<i>Difficult</i>	<i>Loading blasted rock</i>	0,7 – 0,8

Sumber: *Specification & Application Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)*

Tabel 2.6. *Bucket Fill Factor* untuk Excavator Jenis Shovel

PC 200 – PC 1800	Excavating Conditions	Fill Factor
<i>Easy</i>	<i>Loading clayey soil, clay, or soft soil</i>	1,0 – 1,1
<i>Average</i>	<i>Loading loose soil with small diameter gravel</i>	0,95 – 1,0
<i>Rather difficult</i>	<i>Loading well blasted rock</i>	0,9 – 0,95
<i>Difficult</i>	<i>Loading poorly blasted rock</i>	0,85 – 0,9

Sumber: *Specification & Application Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)*

2.1.3.7. Sifat Fisik Batuan

Earth Moving adalah salah satu bidang ilmu sipil yang mempelajari pemindahan tanah. Dalam perkembangan berikutnya terutama dibidang pertambangan pemindahan tanah termasuk material yang terletak di atasnya yaitu: vegetasi, *top soil* dan lain sebagainya.

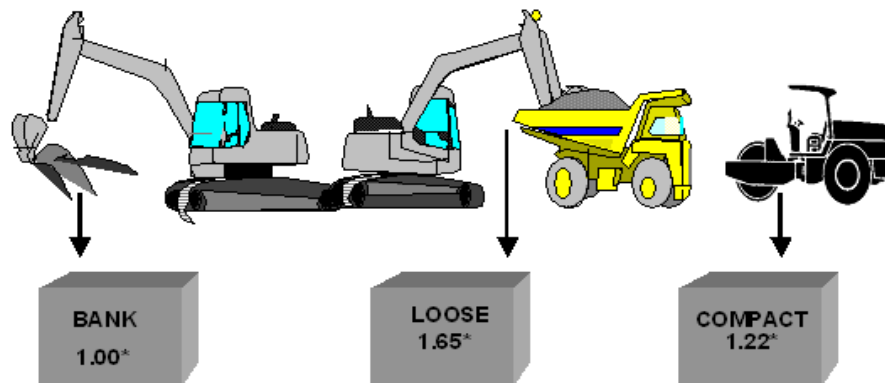
Salah satu factor yang mempengaruhi pemilihan alat dalam pekerjaan ini adalah sifat fisik tanah atau batuan, yaitu:

1. Sifat fisik pengembangan material
2. Berat material
3. Bentuk material
4. Kohesivitas material
5. Daya dukung tanah

Pengembangan Material

Pengembangan material adalah perubahan berupa penambahan dan penyusutan volume material (tanah) atau *unconsolidated* material (material terganggu), Gambar 2.5. ini adalah ilustrasi yang menggambarkan perubahan tersebut.

Contoh material adalah: *Sand stone*.



Gambar 2.5. Ilustrasi Pengembangan Material

Sumber: Modul Pelatihan PT RML (2011)

Definisi:

1. *Bank* (Asli) atau *Bank Cubic Meter* (BCM)

Keadaan material yang belum terganggu masih kondisi asli atau masih terkonsolidasi.

2. *Loose* (Lepas/gembur) – *Loose Cubic Meter* (LCM)

Material yang telah mengalami gangguan: perubahan *volume*, yaitu mengembang. Hal ini disebabkan adanya gangguan luar.

3. *Compact* (Padat) – *Compact Cubic Meter* (CCM)

Material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan), sehingga terjadi perubahan *volume*, yaitu berupa penyusutan rongga antar butir. Dengan demikian volumenya berkurang.

Berikut Tabel 2.7. menunjukkan Konversi Volume Tanah/Material.

Tabel 2.7. Faktor Konversi Volume Tanah / Batuan

JENIS MATERIAL	KONDISI AWAL	PERUBAHAN KONDISI BERIKUTNYA		
		KONDISI ASLI	KONDISI GEMBUR	KONDISI PADAT
SAND TANAH BERPASIR	A	1.00	1.11	0.99
	B	0.90	1.00	0.80
	C	1.05	1.17	1.00
CLAY/TANAH BIASA	A	1.00	1.25	0.90
	B	0.80	1.00	0.72
	C	1.11	1.39	1.00
CLAY/TANAH LIAT	A	1.00	1.25	0.90
	B	0.70	1.00	0.63
	C	1.11	1.59	1.00
GRAVEL SOIL/TANAH BERKERIKIL	A	1.00	1.18	1.08
	B	0.85	1.00	0.91
	C	0.93	1.09	1.00
GRAVELS/KERIKIL	A	1.00	1.13	1.03
	B	0.88	1.00	0.91
	C	0.97	1.10	1.00
KERIKIL BESAR DAN PADAT	A	1.00	1.42	1.29
	B	0.70	1.00	0.91
	C	0.77	1.10	1.00
PECAHAN BATU KAPUR, BATU PASIR, CADAS LUNAS, SIRTU	A	1.00	1.65	1.22
	B	0.61	1.00	0.74
	C	0.82	1.35	1.00
PECAHAN GRANIT, BASALT, CADAS KERAS DAN LAINNYA	A	1.00	1.70	1.31
	B	0.59	1.00	0.77
	C	0.76	1.30	1.00
PECAHAN CADAS BROKEN ROCK	A	1.00	1.75	1.40
	B	0.57	1.00	0.80
	C	0.71	1.24	1.00
LEDAKAN BATU CADAS, KAPUR KERAS	A	1.00	1.80	1.30
	B	0.56	1.00	0.72
	C	0.77	1.38	1.00

Sumber: *Specification & Application Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)*

2.1.4. Teori SMED (Single Minute Exchange of Dies)

2.1.4.1. Definisi SMED

Single Minute Exchange of Die atau SMED merupakan suatu teknik *improving* dari konsep *Lean Manufacturing* yang dapat mengurangi waktu setup sampai dengan “*single minute*“ (< 10 menit) sehingga dapat memberikan manfaat lain untuk perusahaan. Waktu setup yang lama merupakan suatu pemborosan karena tidak memberikan nilai untuk sebuah produk. SMED memiliki beberapa istilah lain yaitu *One Touch Setup* (OTS), *Quick Change Over* (QCO), *One Touch Exchange of Die* (OTED), *Four Step Rapid Setup* (4SRS) dan *Setup Reduction*. Keseluruhan istilah tersebut memiliki tujuan yang sama yaitu mengurangi waste dalam bentuk waktu proses dengan mengefisienkan waktu setup.

Teknik *Single Minute Exchange of Die* (SMED) ditemukan oleh Shigeo Shingo pada sekitar tahun 1950-1960. Pada saat itu, Shingo diminta oleh beberapa perusahaan termasuk Toyota untuk menyelesaikan masalah *bottlenecks* pada proses *car body moulding presses*. Setelah Shingo mempelajari proses tersebut, Shingo menemukan bahwa *bottlenecks* terjadi karena ukuran *lot* yang besar. Perusahaan memproduksi dengan ukuran lot yang besar (batch) karena perusahaan memperhitungkan ukuran lot yang ekonomis yang didapatkan dari rasio waktu produksi aktual dan waktu *change-over*.

Alves et.al, (2009) menyimpulkan bahwa metodologi SMED dapat dikombinasikan dengan alat klasik lainnya, memberikan hasil yang sangat positif bagi perusahaan seperti analisis grafik dan analisis statistik memungkinkan dilakukan identifikasi dan pemisahan kelompok yang berbeda untuk analisis, dan nilai tambah dari metodologi SMED yang tradisional. (Trovinger et.al, 2005) menerapkan prinsip SMED untuk memilih dan menempatkan mesin chip shooter, dan mereka mampu mengurangi waktu setup dengan menghapus semua kegiatan yang bisa dilakukan off-line. Mereka menggunakan sistem informasi yang terkomputerisasi untuk membantu manajemen. Karena alatnya terkomputerisasi, maka mampu membaca barcode dan terminal nirkabel. Hal ini mampu mengurangi waktu setup tambahan per feeder dari 1,7 menit ke 11 detik. Mereka membuktikan bahwa (komputer)

metode SMED dan canggih, saling terkait satu sama lain dan memiliki efek yang optimal saat digunakan dalam kombinasi.

Pada sekitar tahun 1975-1985 rata-rata waktu setup di perusahaan yang dikurangi oleh Shingo sebanyak 94%. Beberapa efek yang didapatkan dari penerapan SMED yaitu:

1. Memproduksi dengan ukuran sesuai dengan yang dibutuhkan sehingga jumlah inventory berkurang.
2. Mengurangi ukuran lot sehingga ruangan menjadi lebih luas.
3. Produktivitas meningkatkan dan mengurangi waktu produksi
 - a) Meningkatkan rata-rata kerja mesin dengan mengurangi waktu setup meskipun jumlah kegiatan changeover meningkat
 - b) Mengeliminasi kesalahan pada saat setup
 - c) Meningkatkan kualitas dengan menstandarkan proses
 - d) Meningkatkan keselamatan kerja dengan setup yang lebih simpel
 - e) Dapat mengurangi pengeluaran untuk proses setup
 - f) Tuntutan keterampilan pekerja menjadi lebih kecil
4. Fleksibel dalam menggabungkan produksi
5. Dapat memenuhi kebutuhan konsumen (dapat memproduksi beberapa jenis produk dalam waktu yang tidak lama)

2.1.5. Teknik Penerapan SMED

Beberapa teknik untuk menerapkan konsep SMED yaitu:

1. Pisahkan antara operasi *setup internal* dan *eksternal*

Ketika Shingo mengunjungi sebuah perusahaan di Hiroshima, Shingo memperhatikan sebuah proses setup di pabrik perusahaan tersebut. Pada saat itu, pekerja diproses setup menyadari bahwa sebuah baut hilang pada sebuah cetakan. Baut tersebut tidak ditemukan, sehingga dibuatlah sebuah baut baru. Proses pencarian sampai dengan selesainya pembuatan baut baru terjadi selama sekitar 1,5 jam. Shingo berpikir bahwa seharusnya, setup terdiri dari dua jenis yaitu *setup internal* dan *external*. *Setup internal* adalah sebuah *setup* yang dilakukan pada saat

mesin tidak menyala. Contoh dari *setup internal* yaitu mencari ukuran bor yang akan digunakan. Sedangkan *setup external* yaitu setup yang dilakukan pada saat mesin menyala, misalnya pemberian *coolant* pada benda kerja.

2. Ubah *setup internal* menjadi *eksternal*

Setup internal, dimana suatu proses *setup* yang dilakukan ketika mesin mati, dapat diubah menjadi *setup external*. Perubahan *setup internal* menjadi *external* pada saat mesin menyala dan pekerja tidak melakukan pekerjaan apapun. Ketika Shingo mengunjungi perusahaan M yang merupakan perusahaan yang memproduksi mesin diesel terdapat suatu proses untuk mengindikasikan dimensi produk. Proses indikasi dilakukan setelah proses sebelumnya selesai (mesin menyala). Kemudian Shingo menambah satu meja lagi, sehingga pekerja dapat menulis dimensi produk 1 sedangkan mesin terus melakukan proses pemesinan pada produk 2. Ketika proses pemesinan produk 2 selesai dan produk 1 telah dihitung dimensinya, maka meja ditukar.

3. Standardisasikan fungsi

Suatu fungsi harus distandardisasikan agar memudahkan pekerja dalam mengerjakan setup sehingga waktu setup dapat berkurang dan mengurangi *error*. Contohnya *clamp* yang distandardisasi hanya dapat mengencangkan cetakan dengan dimensi yang sesuai.

4. Gunakan functional *clamps* atau eliminasi *fasteners* secara bersamaan

Fungsional *clamps* merupakan *clamp* yang dapat mempertahankan posisi cetakan dan juga berfungsi sebagai pengencang.

5. Lakukan operasi-operasi yang *parallel*

Operasi paralel merupakan dua atau lebih proses yang berbeda yang dikerjakan pada waktu yang bersamaan. Contohnya, pada proses di mesin CNC terdapat dua pekerja yang bekerja pada waktu yang bersamaan. Pekerja pertama melakukan setup pada mesin CNC seperti memilih bor, menyalakan mesin dan membersihkan benda kerja. Sedangkan pekerja kedua melakukan setting *g code* di komputer.

Kedua proses itu dikerjakan oleh dua pekerja pada waktu yang bersamaan, agar waktu setup menjadi lebih kecil daripada hanya dengan satu pekerja.

6. Mekanisasi atau Motorisasi

Produk atau cetakan yang berbahan berat, sangat sulit untuk dipindahkan manual. Bukan hanya sulit, tapi juga memakan waktu yang lama. Maka, diperlukan peralatan yang dapat memindahkan produk atau cetakan dari dalam ke luar mesin atau sebaliknya sehingga dapat mengurangi waktu setup.

Beberapa hal pada suatu proses yang harus diperbaiki dengan SMED yaitu *sumber: leanindonesia.com*

1. Peralatan yang salah dan hilang sehingga pemrosesan berhenti. Kesalahan dapat dikurangi dengan penggunaan *checklist*
2. Penundaan proses-proses sebelumnya (terakumulasi)
3. Penyetelan yang lama
4. *Visual control* yang kurang
5. Standardisasi fungsional yang kurang
6. Gerakan pekerja yang tidak efisien
7. Pemanggilan tenaga ahli saat *setup*
8. Penyetelan dengan alat bantu lain

Dalam kaitan dengan SMED, maka aktivitas penambangan yang pendekatannya cukup akurat adalah aktivitas *Loading & Hauling OB*. Yaitu aktivitas pemuatan dan pengangkutan material penutup/pengotor batubara. Jika membahas SMED, pasti ada kaitannya dengan waktu. Baik waktu *changeover*, waktu *set up*, waktu reposisi dll. Karena aktivitas *loading* dan *hauling* ini salah satu *parameter* keberhasilannya adalah *Utilization* (utilisasi) maka hal ini sangat erat hubungannya dengan teknik SMED ini.

Utilisasi adalah pemanfaatan ketersediaan alat yang sudah disiapkan oleh pihak maintenance sebagai *owner* dari alat berat tersebut. Utilisasi dipengaruhi oleh 2 hal yaitu: *Working Hours* dan *Standby Hours*. Sedangkan *standby* dibagi menjadi 2

yaitu: *Delay* dan *idle*. Waktu *standby* juga sering disebut *loss time*, waktu hilang karena faktor yang dapat dikendalikan dan faktor yang tidak dapat dikendalikan. *Loss time* atau *standby time* itu terbagi menjadi 24 jenis:

Tabel 2.8. *Standby Delay* dan *Idle*

DELAY	IDLE
1. <i>Slippery</i> : <i>scrap</i> /perbaikan jalan karena hujan	14. <i>Commisioning</i> : unit baru yang belum operasi
2. <i>Shift Change</i> : pergantian <i>shift</i> dan P2H	15. <i>Dusty</i> : kabut
3. <i>Daily maintenance</i> : pekerjaan pengecekan & perawatan harian	16. <i>No Material</i> : tidak ada material
4. <i>Wait Exc/ Truck (PA)</i> : menunggu <i>Exc/Truck</i> rusak/ <i>breakdown</i>	17. <i>No Location</i> : tidak ada lokasi
5. <i>Wait Exc/ Truck (UA)</i> : menunggu <i>Exc/Truck</i> karena utilisasi	18. <i>Customer Problem</i> : permasalahan customer
6. <i>Meal & Rest</i> : istirahat, <i>sholat</i> , makan.	19. <i>Rain</i> : hujan
7. <i>Tire Checking</i> : pengecekan tekanan ban	20. <i>Holiday & Shutdown</i> : hari libur
8. <i>Wait Operator</i> : menunggu operator/tidak ada operator	21. <i>Hazard</i> : bahaya
9. <i>Fuel</i> : pengisian solar/menunggu solar	22. <i>Strike / Demo</i> : demo
10. <i>No Support</i> : tidak ada alat <i>support</i> (<i>dozer</i> , <i>grader</i> , dll)	23. <i>Safety Talk</i> : <i>safety talk</i> (bukan P5M)
11. <i>Moving Equipment</i> : <i>standby</i> karena perpindahan alat	24. <i>Friday Prayer</i> : <i>sholat jumat</i> + istirahat
12. <i>Front/Disp Prepare</i> : perbaikan <i>front/disp.</i> yang dilakukan <i>dozer</i>	
13. <i>Wait Survey</i> : <i>standby</i> karena ada aktivitas <i>survey</i>	

Sumber: MOCO Engineering RML (2011)

2.2. Kajian Penelitian Terdahulu

2.2.1. Ulasan Teori Peneliti Terdahulu

Dalam penelitian Elevli (2010), OEE untuk alat pertambangan jenis *shovel* dan truk telah dipertimbangkan karena mereka adalah peralatan utama untuk sebagian besar *Open Pit* Tambang. *Shovel* digunakan dalam penambangan terbuka sebagai peralatan gali utama. Oleh karena itu kerugian produksi alat *shovel* menyebabkan peningkatan total biaya produksi. Oleh karena itu kecenderungannya adalah peralatan harus dipertimbangkan dalam setiap saat untuk memastikan peralatan berproduksi 24 jam sehari, tujuh hari seminggu. Dalam rangka untuk peningkatan kinerja, maka setiap langkah dari peralatan harus dicatat sehingga kerugian waktu dapat ditentukan. Hal ini lebih cocok menggunakan pendekatan berbasis waktu kalender untuk estimasi OEE alat *shovel* ini.

Pendekatan penelitian Elevli (2010) adalah perhitungan OEE dengan dasar waktu kerja (*working hours*). Seperti terlihat pada Tabel 2.9.

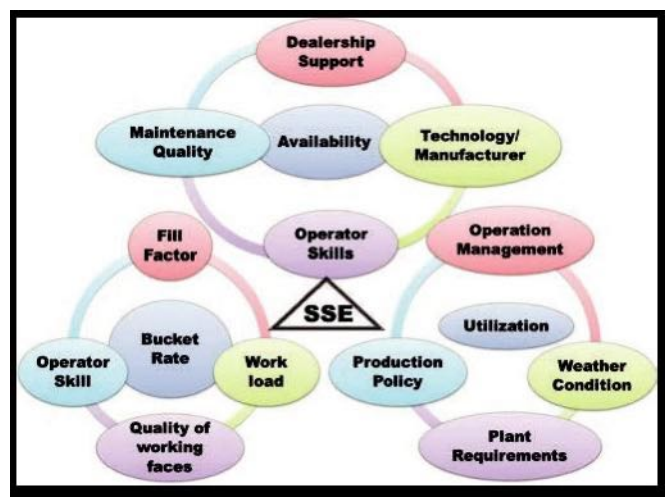
Tabel 2.9 Waktu Hilang saat Operasi

No	Loss Classification	Description
1.	<i>Nonscheduled time</i>	<i>time duration for which equipment not scheduled to operate.</i>
2.	<i>Scheduled maintenance time</i>	<i>time spent for periodic maintenance of shovel.</i>
3.	<i>Unscheduled maintenance time</i>	<i>time spent for breakdown.</i>
4.	<i>Setup and adjustment time</i>	<i>time spent for setup and adjustment.</i>
5.	<i>Idle time without operator</i>	<i>equipment is ready but no operator (such as lunch break).</i>
6.	<i>Truck waiting time</i>	<i>time duration for which shovel waits for truck to load.</i>
7.	<i>Propel time</i>	<i>time duration for which shovel moves to another loading point.</i>
8.	<i>Time losses due to job conditions</i>	<i>Since working environment is dynamic, it is possible to loss time due to management, climate and job conditions.</i>
9.	<i>Speed loss</i>	<i>time loss due to the equipment that is operating under the standard speed (Swing time, loading time, etc)</i>
10.	<i>Quality loss</i>	<i>Due to fragmentation size and operator ability, shovel bucket can not be loaded to its full capacity. That is equivalent to unqualified products and known as filling factor.</i>

Sumber: Elevli 2010

Menurut Dindarloo et al (2016), dalam tulisannya, mereka mengusulkan bahwa peralatan pertambangan ekuivalen dengan *bucket rate*. Elevli dan Elevli (2010) menyelidiki dua peralatan pertambangan yaitu truk dan *shovel*, menggunakan OEE versi asli dengan beberapa nilai diasumsikan dengan pendekatan waktu. Mereka tidak mengatasi masalah ukuran *quality* (Q), dalam kasus tertentu peralatan pertambangan. Jadi, untuk kasus ini tidak ada alternatif lain yang diusulkan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengusulkan OEE yang disesuaikan dengan alat *shovel* di pertambangan. Variasi *availability*, *performance* & *quality* dimasukkan ke dalam *stochastic* OEE yang diusulkan. Seperti istilah tugas khusus baru dan *bucket rate*, diusulkan untuk mengganti tingkat kualitas. Ini adalah studi pertama untuk kasus *shovel* pertambangan dan memiliki potensi untuk digunakan dalam *benchmarking* efektivitas shovel ini. Patokan OEE untuk industri manufaktur adalah 85%. Untuk *shovel* pertambangan, penelitian lebih lanjut dan studi kasus yang lebih diperlukan untuk mengusulkan patokan handal.

Sebuah metodologi untuk mengukur *stochastic shovel effectiveness* (SSE) diusulkan didasarkan pada original OEE. *Availability*, *utilization* dan *bucket rate* adalah indeks kinerja utama (KPI) dimasukkan ke dalam metode SSE ini. Secara struktur metode SSE digambarkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Struktur SSE

Sumber: Dindarloo et al (2016)

Teknologi alat *Shovel*, dukungan *dealer*, kualitas *maintenance* dan keterampilan operator dalam menggunakan mesin adalah empat faktor yang diketahui utama yang mempengaruhi *availability*. Begitu juga untuk *utilization* dan *bucket rate* dapat dilihat pada gambar 2.6. Struktur SSE (*stochastic shovel effectiveness*)

Waqas et al (2015), melakukan penelitian untuk penentuan OEE berbagai peralatan yang digunakan dalam operasi tambang industri semen Dera Ghazi Khan. Fokus penelitian ini adalah untuk mengetahui berbagai kerugian selama operasi bongkar dumping dan memberikan saran untuk perbaikan nilai OEE untuk peralatan ini. Nilai *benchmark* OEE untuk peralatan manufaktur telah ditetapkan adalah 85% (*world class*), yang terdiri dari produk yang memiliki *availability* lebih dari 90%, *efficiency* = 95% dan *quality* = 99% (Nordan dan Ismail, 2012). Dalam hal peralatan pertambangan, patokan telah ditetapkan hanya untuk *shovel* dengan nilai OEE = 77%, yang terdiri dari *availability* lebih dari 90%, *performance* = 90% dan *quality* = 95% (Elevli dan Elevli, 2010).

Penelitian Waqas et al (2015) mengusulkan parameter OEE dengan mengukur kerugian waktu. Kerugian tersebut dikategorikan ke dalam tiga kelompok utama: kerugian *downtime* (*availability*), kerugian kecepatan (*performance*) dan kerugian cacat (*quality*).

Hilangnya ketersediaan peralatan (*availability*) ini berdampak kepada kerugian produksi, baik karena kegagalan peralatan, kerusakan teknis atau atau kasus *minor stoppage* pada alat selama operasi. Hilangnya ketersediaan peralatan itu ditentukan oleh hubungan yang diberikan di bawah:

$$Availability = \frac{Net\ Available\ Time - Downtime\ Losses}{Net\ Available\ Time} \times 100\% \quad (2.18)$$

Hilangnya dalam kinerja (*performance*) peralatan termasuk kerugian dalam kecepatan peralatan selama operasi karena bahan kurang lancar, kondisi jalan, inefisiensi operator, kondisi pekerjaan, kondisi lereng dll yang dihitung sebagai diberikan di bawah ini:

$$Performance = \frac{Operating\ Time - Speed\ Losses}{Operating\ Time} \times 100\% \quad (2.19)$$

Cacat kualitas (*quality*) menyumbang kerugian produksi. Hal itu terjadi karena inefisiensi peralatan. *Fill factor* menjadi salah satu penentu kualitas untuk alat gali seperti *shovel*, yang berarti seberapa penuh material yang dimuat sesuai dengan kapasitasnya. *quality loss* untuk peralatan *surface mine* dapat diformulakan sebagai berikut:

$$Quality\ Loss = \frac{Loaded\ Payload\ Capacity}{Full\ Payload\ Capacity} \times 100\% \quad (2.20)$$

Mohammadi et al (2015), dalam tulisannya menjelaskan bahwa karena tuntutan industri penambangan mineral yang cukup besar, maka harus mengerahkan peralatan tambang yang cukup banyak yang disebut BELT (*Bucket based Excavating, Loading & Transportation*). Dan semuanya memerlukan pengukuran kinerja untuk meningkatkan efektivitas secara keseluruhan. Kinerja yang benar-benar penting untuk mencapai produksi yang tinggi dan sasaran produktivitas. Karena itu, memerlukan pengukuran yang tepat agar efisien. Berbagai indikator seperti *cycle time*, *bucket fill factor*, *swell factor*, *reliability*, *availability*, *maintainability*, *utilization*, dan efisiensi produksi telah dimodifikasi untuk mengevaluasi kinerja peralatan BELT. Tulisan ini bertujuan meninjau ulang literatur yang relevan untuk aspek pengukuran kinerja peralatan BELT di industri pertambangan.

Availability dan *Utilization* (ketersediaan & pemanfaatan) adalah indikator kinerja utama dari peralatan ini. Indikator ini di pengaruhi oleh beberapa indikator lain yaitu: pertama, *Operational Availability* (terkait dengan pengoperasian suatu peralatan atau sistem). Hal ini dapat direpresentasikan dengan jumlah total jam "dalam jangka waktu" mesin yang cocok untuk pekerjaan. Kedua, *Inherent Availability* (dikaitkan dengan karakteristik peralatan atau bagian-bagiannya) Mengabaikan *downtime* karena sumber-sumber lain yang tidak langsung disebabkan oleh desain peralatan dan umumnya diluar kendali desainer. Ketiga, *Utilization* (menandakan penggunaan produktif jam tersedia). Sebuah mesin mungkin tersedia tapi kemungkinan alat tidak bekerja selama jam tersedia karena *overload* dan *idling*.

Cycle time of operation, merupakan waktu siklus yang menjadi sangat berarti karena setiap detik *life time*-nya sangat penting dari sisi produksi dan produktivitas. Peralatan BELT bisa melakukan puluhan ribu siklus per hari. *Bucket fill factor*, tergantung pada ukuran & bentuk *bucket*, kemampuan *digging* material (*dragging & filling bucket*), fragmentasi (ukuran partikel, bentuk dan distribusi bahan dalam bucket), sudut *digging* dan pengambilan material serta keterampilan operator. *Swell factor*, material setelah digali menjadi *loose* (gembur) dan volumenya meningkat dari kondisi asli. *Swell factor* didefinisikan sebagai rasio dari *volume* (m³) kondisi asli dengan volume kondisi setelah penggalian (*loose*) dengan syarat berat material sama. *Production index*, adalah indikator lain pada industri tambang yang mengontrol hari demi hari, *shift* demi *shift* terhadap operasional tambang. Dengan kata lain PI adalah perbandingan antara actual produksi dengan potensi rata-rata produksi dari peralatan tambang.

Peneliti lain mencoba mengusulkan model yang lain, sejak parameter kualitas tidak digunakan sebagaimana didefinisikan dalam persamaan OEE asli. Tingkat kualitas tidak dapat digunakan untuk industri pertambangan dalam definisi aslinya, Paraszczak, Jacek (2005). Definisi asli dari kualitas meliputi proses dan cacat jumlah. Dalam pertambangan, sangat sulit untuk menentukan perbedaan tersebut khususnya pada tambang bijih yang diekstraksi. Mengingat keterbatasan ini, sebuah OEE baru dikembangkan yang ditunjukkan oleh Jonsson & Patrik (1999), Paraszczak & Jacek (2005), Dhillon & Balbir (2008).

Lanke et al (2014), melakukan modifikasi formula dasar OEE asli dengan mengganti parameter *quality loss* menjadi parameter *production efficiency* (PE). Formula yang dikenalkan Lanke et al (2014) digambarkan seperti rumus sbb:

$$PE = \left\{ \frac{\left(\frac{AP}{TH - DT - SH} \right)}{RC} \right\} \times 100\% \quad (2.23)$$

Dimana,

PE = *Production Efficiency*

TH = *Total Hours*

AP = *Actual Production*

DT = *Downtime Hours*

RC = *Rated Capacity of Equipment per hours*

SH = *Standby Hours*

2.2.2. Rangkuman Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah rangkuman dari peneliti sebelumnya, sebagai referensi peneliti saat ini untuk kajian *literature*. Berikut peneliti dan hasil dari penelitiannya.

Tabel 2.10 Rangkuman Peneliti Terdahulu

No	Nama Peneliti	Metode	Tujuan	Hasil Penelitian
1	Ade & Deshpand (2012)	Lean	Meningkatkan produktivitas alat bor	Meningkatkan produktivitas alat bor sehingga meningkatkan produksi batubara 12.960 ton, mengurangi penggunaan mata bor sebesar 25%, mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 25%, meningkatkan utilisasi operator bor sehingga mengurangi biaya pekerja sebesar 230.712.961 Rupee
2	Alkande et al (2013)	OEE	Pengukuran OEE dengan pendekatan <i>payload cap</i> .	Hasil analisis OEE untuk <i>truck</i> adalah 63,12% & <i>loader</i> adalah 24,4%
3	Bascetin & Ercelebl (2009)	<i>Linear program</i> dan Teori Antrian	Menimumkan biaya angkut dan biaya muat	Menghasilkan model simulasi dengan <i>Linear programming</i> dan Model Antrian untuk meminimumkan biaya angkut dan biaya muat
4	Charaf & Ding (2015)	OEE	Mengetahui penerapan OEE secara <i>universal</i>	OEE belum bisa di terapkan secara <i>universal</i> di semua bidang karena <i>metric</i> -nya yang terbatas
5	Chadha (2014)	OEE, <i>Waterfall Analisis</i>	Mengetahui <i>performance</i> operasional tambang dan menentukan proses yang tidak bernilai tambah	Tabel <i>performance</i> operasional tambang dapat memberikan data informasi dan lebih akurat
6	Choundhary (2015)	OEE, <i>Match Factor</i>	Mengurunkan biaya produksi, menentukan jumlah <i>truck</i> , dan peningkatan utilisasi dengan metode OEE dan <i>match factor</i>	Menurunkan biaya produksi dan operasi <i>truck</i> lebih optimal

Tabel 2.10 Rangkuman Peneliti Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Metode	Tujuan	Hasil Penelitian
7	Claassen et al (2012)	MRTM, <i>Sistemic approach</i>	Mencari pemecahan masalah tambang yang kompleks	Pendekatan sistemik dengan metode MRTM yang mampu menyederhanakan masalah kompleksitas
8	Dindarlo et al (2016)	OEE	Pengukuran OEE dengan pendekatan SSE	Metode SSE memungkinkan di aplikasikan pada <i>open pit</i> untuk mengganti OOE asli
9	Elevli (2010)	OEE	Pengukuran OEE dengan pendekatan <i>fill factor</i>	Nilai acuan OEE tambang untuk <i>shovel</i> 77%
10	Kumar (2014)	NPV	Merencanakan <i>production schedule</i> untuk tambang	Perencanaan menggunakan program CPLEX dibuat sampai tahun ke-5 dengan kebutuhan DT maksimum 30 unit dengan unit <i>spare</i> 1 <i>shift</i> , <i>shovel</i> 5 unit dan <i>loader</i> 2 unit
11	Lanke et al (2014)	MPI	Pengukuran OEE dari sisi efisiensi produksi	MPI memberikan efektifitas dan dapat memprediksi elemen, sehingga harus difokuskan untuk peningkatan produktivitas
12	Mohammadi et al (2015)	OEE, <i>Production Index</i>	Pengukuran OEE dari sisi <i>Index production</i>	Pendekatan OEE = $AxPxPI$ dengan nilai 31 – 77%
13	Ojha (2015)	OEE	Mengukur nilai OEE peralatan <i>coal handling</i>	OEE dapat diterapkan di <i>coal handling equipment</i>
14	Paraszczak (2005)	OEE, <i>Production Index</i>	Mengukur KPI dengan pendekatan OEE	Pengukuran OEE tidak <i>universal</i> dan parameter lain dengan <i>production efficiency</i>
15	Sharkhel & Dey (2015)	Utilisasi, <i>Avaibility</i>	Meningkatkan ulitisasi alat <i>Side Discharge Loader</i>	<i>Avaibility</i> naik menjadi 82,32% dan utilisasi naik menjadi 72,43%
16	Teoh & Tay (2012)	OEE	Mengetahui hubungan <i>planning</i> dengan <i>availability</i> & MTBF	Penggunaan gabungan dari persentase kerusakan dalam <i>downtime</i> bersama dengan <i>availability</i> dasar estimasi MTBF
17	Waqas et al (2015)	OEE	Pengukuran OEE dari sisi <i>loss production</i>	Nilai-nilai OEE untuk <i>shovel</i> 75% dan 50%, dan untuk <i>truck</i> 49% dan 56%

Untuk membandingkan beberapa aspek seperti variabel, pendekatan penelitian, metode analisis dan *tools* yang digunakan, dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 *State of The Arts*

No	Aspek	Elevli (2010)	Dindarlo et al (2016)	Waqas et al (2015)	Mohammadi et al (2015)	Akande et al (2013)	Lanke et al (2014)
1	<i>Variable</i>						
	a. <i>Availability</i>	V	V	V	V	V	V
	b. <i>Performance</i>	V	V	V	V	V	V
	c. <i>Quality</i>						
	d. <i>Production Index</i>				V		V
	e. <i>Production Efficiency</i>				V	V	
	f. <i>Bucket rate / Fill factor</i>	V	V	V			V
	g. <i>Job Efficiency</i>						
2	Pendekatan penelitian						
	a. Kualitatif						
	b. Kuantitatif	V	V	V	V	V	V
3	Sumber data						
	a. Primer			V		V	
	b. Sekunder	V	V	V	V	V	V
4	Metode Analisis						
	a. OEE	V	V	V		V	
	b. MPI / PI / PE				V		V
	c. SMED						
	d. APAAB						
5	Obyek Penelitian						
	a. <i>Alat gali shovel</i>			V			V
	b. <i>Alat gali backhoe</i>						
	c. <i>Alat angkut hauler</i>					V	
	d. <i>Kombinasi shovel & truck</i>	V	V		V		

Tabel 2.11 *State of The Arts* (Lanjutan)

No	Aspek	Choundary (2015)	Chadha (2014)	Paraszczak (2005)	Claassen dkk (2012)	Teoh & Tay (2012)	Ade & Deshpan (2012)
1	<i>Variable</i>						
	a. <i>Availability</i>	V	V	V		V	V
	b. <i>Performance</i>	V	V	V	V	V	V
	c. <i>Quality</i>	V	V	V		V	V
	d. <i>Production Index</i>	V					
	e. <i>Production Efficiency</i>			V			
	f. <i>Hunan Effectiveness</i>						V
	g. <i>Kompleksitas tambang</i>				V		
	h. <i>Jumlah Truck</i>	V					
	i. <i>Downtime</i>						
2	<i>Pendekatan penelitian</i>						
	a. <i>Kualitatif</i>				V		V
	b. <i>Kuantitatif</i>	V	V	V		V	V
3	<i>Sumber data</i>						
	a. <i>Primer</i>						
	b. <i>Sekunder</i>	V	V	V	V	V	V
4	<i>Metode Analisis</i>						
	a. <i>OEE</i>	V	V	V		V	V
	b. <i>MPI / PI / PE</i>			V			
	c. <i>Lean</i>						V
	d. <i>MRTM</i>				V		
	e. <i>Match Factor</i>	V					
	f. <i>Waterfall Analisis</i>		V				
5	<i>Obyek Penelitian</i>						
	a. <i>Alat gali shovel</i>						
	b. <i>Manufactur Machine</i>					V	
	c. <i>Alat angkut hauler</i>	V					
	d. <i>Kombinasi shovel & truck</i>			V			
	e. <i>All heavy equipment</i>				V		
	f. <i>Hoist Equipment</i>		V				
	g. <i>Human</i>						V

Tabel 2.11 *State of The Arts* (Lanjutan)

No	Aspek	Sharkhel & Dey (2015)	Ercelebi & Bascetin (2009)	Ojha (2015)	Charaf & Ding (2015)	Kumar (2014)	Peneliti ini (2017)
1	<i>Variable</i>						
	a. <i>Availability</i>	V		V	V		V
	b. <i>Performance</i>			V	V		V
	c. <i>Quality</i>			V	V		V
	d. <i>Jumlah Unit</i>					V	
	e. <i>Production Efficiency</i>	V					
	f. <i>Job Efficiency</i>	V					V
	g. <i>Utilisasi</i>	V				V	
	h. <i>Productivity</i>		V			V	V
	i. <i>Working Hours</i>	V	V			V	V
2	<i>Pendekatan penelitian</i>						
	a. <i>Kualitatif</i>				V		V
	b. <i>Kuantitatif</i>	V	V	V		V	V
3	<i>Sumber data</i>						
	c. <i>Primer</i>			V		V	V
	d. <i>Sekunder</i>	V	V	V	V		V
4	<i>Metode Analisis</i>						
	a. <i>OEE</i>			V	V		V
	b. <i>MPI / PI / PE</i>	V					V
	c. <i>NPV</i>					V	
	d. <i>APAAB</i>	V				V	V
	e. <i>Match Factor</i>		V			V	
	f. <i>Program Linier</i>		V				
5	<i>Obyek Penelitian</i>						
	a. <i>Alat gali shovel</i>						
	b. <i>Alat gali backhoe</i>						V
	c. <i>Alat angkut hauler</i>						
	d. <i>Kombinasi shovel & truck</i>		V			V	
	e. <i>Coal Handling Machinery</i>			V	V		
	f. <i>Side Discharge Loader</i>	V					

2.3. Kerangka Pemikiran Penelitian

2.3.1. Ulasan Kerangka Variable Penelitian

Berdasarkan fenomena global dalam penelitian yaitu dalam rangka menghadapi kondisi tambang batubara yang lesu, pengurangan karyawan tambang yang besar-besaran, pemanfaatan alat yang se-efisien dan se-efektif mungkin dan pengelolaan sumber daya yang optimum, maka beberapa variable penelitian ini akan peneliti sajikan dalam kerangka pemikiran seperti terlihat pada Gambar 2.7. dan Gambar 2.8. *Variable* yang akan mengerucut kepada pengukuran nilai OEE dan *variable* lain yang mempengaruhi. Hal ini diharapkan mampu menghadapi tantangan global pertambangan batubara.

Variable-variable penelitian terbagi menjadi dua yaitu *variable* dependen dan *variable* independen. *Variable* dependen adalah merupakan variabel akibat, variabel yang terikat, variabel yang dipengaruhi. Sedangkan *variable* independen adalah merupakan variabel penyebab, variabel yang tidak terikat, variabel yang mempengaruhi. *Variable* dependen dalam penelitian ini adalah). ***Overall Equipment Effectiveness***. Sedangkan variabel independen sebagai *variable* utama dalam penelitian ini adalah *variable basic* dari pengukuran kinerja alat yang disebut OEE (*overall equipment effectiveness*):

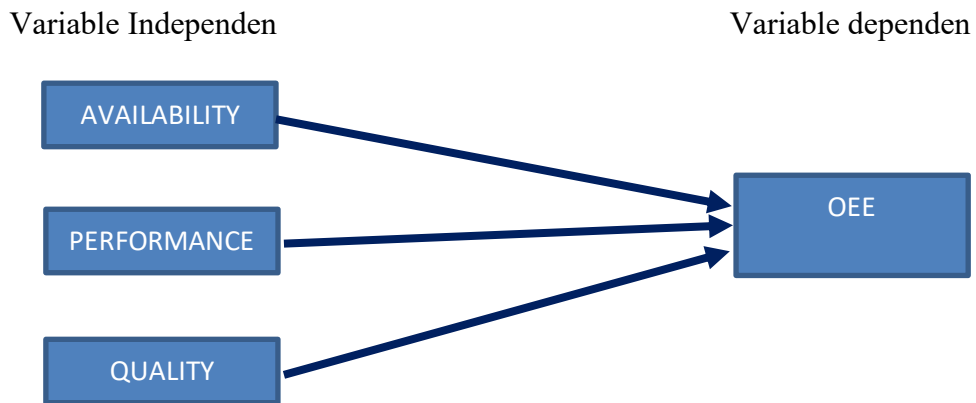
1. *Availability ratio = physical availability (%)*
2. *Performance efficiency = utilization of availability (%)*
3. *Quality rate = productivity index (%)*

Dimana *variable* pendukung yang mempengaruhi ketiga *variable* utama atau menjadi *variable* independen dari OEE adalah:

1. *Working time (jam)*
2. *Productivity (bcm/jam)*
3. *Loss time (jam)*
4. *Available time (jam)*
5. *Job Efficiency (%)*
6. *Bucket fill factor (%)*
7. *Downtime (jam)*
8. *MOHH (Machine On Hand Hours) – jam*

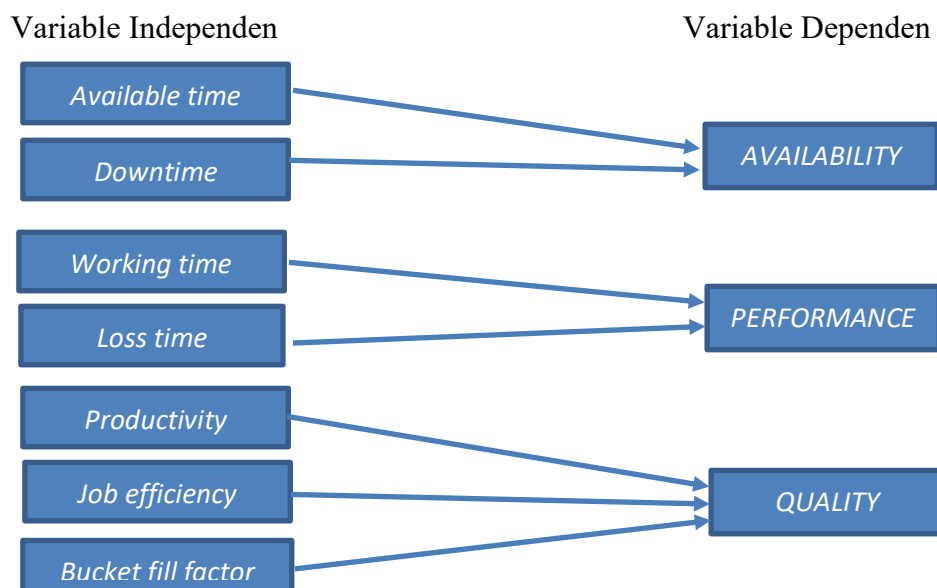
2.3.2. Hubungan Antar *Variable* Penelitian

Secara kajian teori seperti yang dijelaskan diatas, beberapa *variable* utama dan pendukung sangat terkait dengan kajian teori diatas. Misalnya teori penambangan ada *variable productivity* yang terkait dengan cara perhitungan teori-teori aplikasi alat berat dan perhitungan taksiran produksinya. Kajian teori SMED, sangat berkaitan dengan *variable loss time*. Bagaimana waktu-waktu *set up* atau waktu *service* dapat dipercepat dengan pendekatan teori SMED. Hubungan antar *variable* dapat digambarkan secara singkat seperti bagan keterkaitan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Hubungan antar variable utama

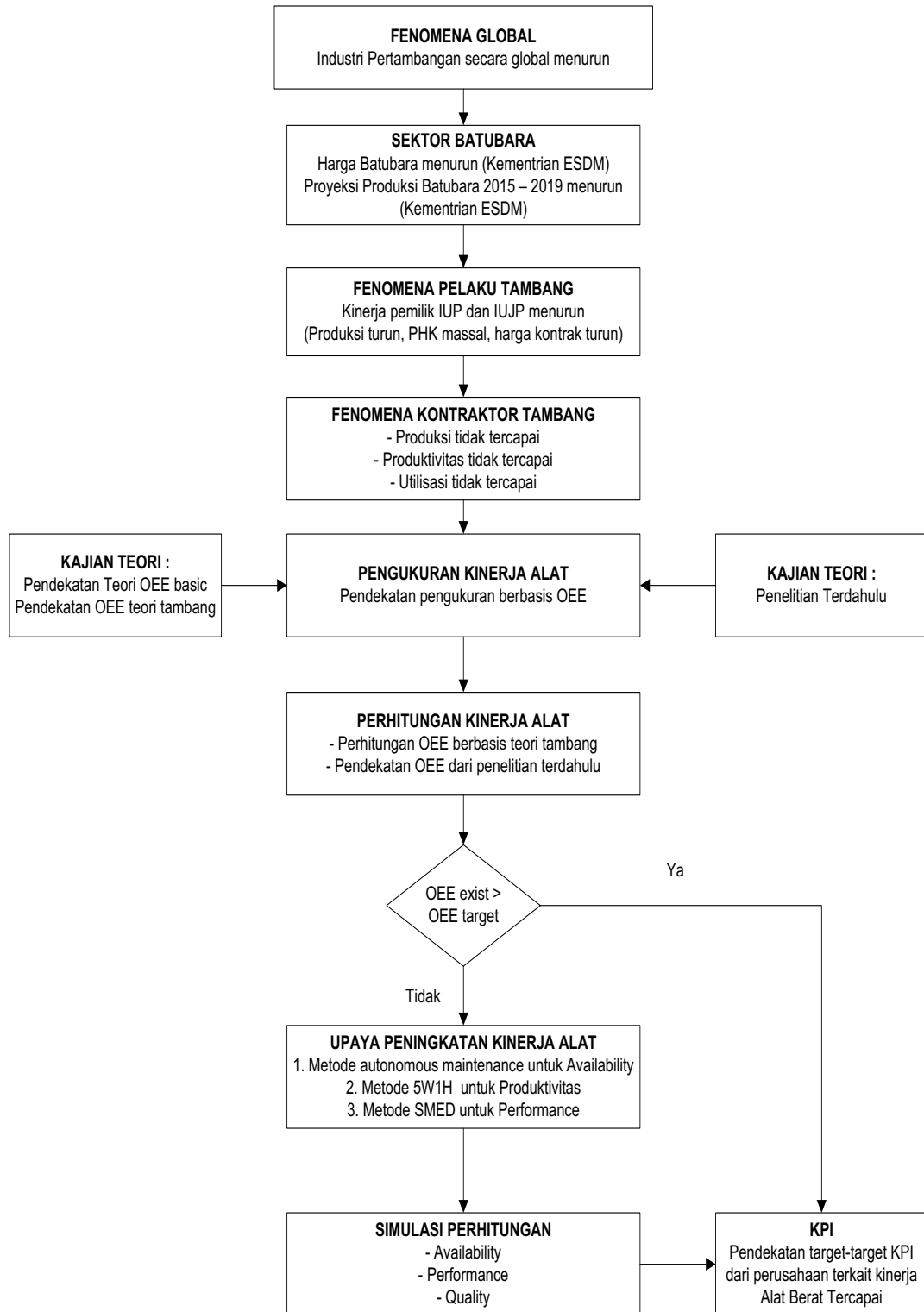
Variable availability, performance, quality terkait dengan teori TPM & OEE. OEE alat berat terkait dengan teori aplikasi alat-alat berat. *Variable* pendukung lainnya dapat digambarkan dalam bagan Gambar 2.8



Gambar 2.8. Hubungan antar *variable* OEE

2.3.3. Bagan Konstelasi Kerangka Pemikiran

Secara bagan *framework* (kerangka pemikiran) dapat digambarkan sbb:



Gambar 2.9. Kerangka Pemikiran OEE

BAB III

METODOLOGI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pencapaian aktual nilai OEE saat ini. Setelah mengetahui nilai OEE, kemudian membandingkan nilai OEE saat ini dengan nilai OEE berdasarkan target-target yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Apabila nilai OEE saat ini kurang dari nilai OEE sesuai target maka peneliti melakukan brainstorming untuk menentukan langkah-langkah perbaikan/*improve*. Setelah diupayakan langkah-langkah perbaikan, kemudian peneliti melakukan perhitungan simulasi terhadap nilai OEE.

3.1. Jenis dan Desain Penelitian

Terkait dengan penelitian ini maka untuk menyelesaikan permasalahan yang ada peneliti menggunakan pendekatan metode kuantitatif. Sedangkan pendekatan data-data kuantitatif atau statistik diperoleh dari hasil pengumpulan data lapangan. Desain penelitian yang dilakukan adalah eksploratif dan deskriptif. Apabila dikaitkan dengan penelitian ini secara eksploratif dapat dijelaskan bahwa penelitian ini bertujuan untuk menemukan suatu penyelesaian masalah pada peralatan pertambangan agar diperoleh hasil yang efektif dan efisien. Dengan menggunakan metode modifikasi OEE, teori perhitungan aplikasi alat berat dan teori SMED, harapannya akan diperoleh nilai OEE yang optimal. Sedangkan secara deskriptif dapat dijelaskan dengan fenomena peningkatan produksi yang optimal dengan variabel berupa produksi, efisiensi kerja dan *bucket fill excavator backhoe*.

3.2. Data dan Informasi

3.2.1 Variabel Penelitian

Suatu permasalahan dalam penelitian dapat dijelaskan pada variabel penelitian sesuai dengan Tabel 3.1.

3.2.2 Jenis dan Sumber Data

Jenis data berupa data primer dan sekunder. Data primer dan sekunder yang diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Data Primer yang merupakan data hasil pengamatan langsung dengan sumber data dari pengukuran data di lapangan yang meliputi data *job efficiency* dan data *bucket fill factor*.
- Data Sekunder yang merupakan data yang diolah dengan sumber data berupa laporan dan pencatatan operasional yang sudah ada yang meliputi laporan produktivitas (harian), *data downtime (BUS dan BS)*, data *loss time (delay & idle)*, data *working hours*, dan kapasitas *bucket*

Tabel 3.1. Variabel Penelitian

<i>Variable</i>	<i>Dimensi</i>	<i>Indikator</i>	Jenis Data	Skala	Sumber Data	Teknik Pengumpulan Data
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (O E E)	<i>Availability</i>	MOHH	Sekunder	Interval	Laporan	Dokumen
		<i>Breakdown Schedule</i>	Sekunder	Interval	Laporan	Dokumen
		<i>Breakdown Un Schedule</i>	Sekunder	Interval	Laporan	Dokumen
	<i>Performance</i>	<i>Working Hours</i>	Sekunder	Interval	Laporan	Dokumen
		<i>Delay</i>	Sekunder	Interval	Laporan	Dokumen
		<i>Idle</i>	Sekunder	Interval	Laporan	Dokumen
	<i>Quality</i>	<i>Productivity</i>	Sekunder	Interval	Laporan	Dokumen
		<i>Job Efficiency</i>	Primer	Interval	Pengukuran	Observasi
		<i>Fill Factor</i>	Primer	Interval	Pengukuran	Observasi

Sumber: Waqas, et al (2015), Mohammadi (2015), Akande (2013), Lanke (2014)

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data terlebih dahulu dengan melakukan survei pendahuluan yaitu tahapan dalam pengenalan area yang akan dievaluasi. Selanjutnya, melakukan

studi literatur terkait dengan pengukuran parameter OEE. Analisis ketersediaan peralatan (*availability*), analisis kinerja (*performance*) dan kualitas (*quality*). Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengumpulan dokumen dan observasi.

3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu (Sugiyono, 2013). Dalam penelitian ini jumlah populasi adalah unit *excavator* PC 400 yang berjumlah 6 unit.

3.4.2 Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah atau karakteristik tertentu yang diambil dari suatu populasi yang akan diteliti secara rinci (Sugiyono, 2009). Sampel yang akan diambil dalam penelitian ini sesuai dengan metode yang berlaku sehingga betul-betul representatif. Dalam penelitian ini sampel dari populasi alat *excavator* adalah berjumlah 6 unit. Sampel 6 unit ini sudah mewakili dari total 7 unit yang direncanakan. Data yang diambil adalah data sekunder (*working hours, productivity, downtime, loss time*) dan data primer yaitu *job efficiency* dan data *fill factor* dalam 1 hari beroperasi.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan adalah form kondisi unit, *operation condition survey* dan observasi *bucket fill factor*. Alat ukur yang digunakan adalah kamera dengan melihat visual kondisi medan kerja dan formulir observasi.

3.6 Teknik Analisis Data

Dalam penelitian kuantitatif, analisis data merupakan kegiatan setelah data dari seluruh sumber data terkumpul. Kegiatan dalam analisis data adalah mengelompokkan data-data berdasarkan *variable*, tabulasi data, menyajikan data dan melakukan perhitungan untuk mengetahui hasil akhir.

Data – data yang dikumpulkan adalah:

- a) Grafik *physical availability* alat gali muat PC 400
- b) Grafik *utilization of availability* alat gali muat PC 400
- c) Grafik produktivitas *excavator PC 400*
- d) Tabel *Downtime (BUS & BS) excavator PC 400*
- e) Tabel *standby unit excavator (delay & idle)*
- f) Tabel *job efficiency (operation condition)*
- g) Tabel *bucket fill factor (bucket rate)*

Setelah data selesai dikumpulkan dengan lengkap baik itu data primer dan sekunder, tahap berikutnya adalah tahap analisis data. Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Perhitungan pendekatan rumus OEE (kondisi existing)
 - a. Menghitung *availability excavator*.
 - b. Menghitung *performance excavator*.
 - c. Menghitung *quality loss excavator*
 - d. Perhitungan OEE dengan pendekatan *availability, performance* dan *quality*
- 2.. Perhitungan pendekatan rumus OEE (sesuai target indikator perusahaan)
 - a. Menghitung *availability excavator*.
 - b. Menghitung *performance excavator*.
 - c. Menghitung *quality loss excavator*
 - d. Perhitungan OEE dengan pendekatan *availability, performance* dan *quality*
3. Membandingkan Nilai OEE
 - a. Membandingkan *availability excavator actual* dengan target
 - b. Membandingkan *performance excavator actual* dengan target
 - c. Membandingkan *quality loss excavator actual* dengan target
 - d. Perbandingan Nilai OEE *Actual* dengan target
4. Melakukan analisis
 - a. Analisis dimensi (*availability, performance dan quality*) OEE
 - b. Analisis *six big losses*
 - c. Analisis *cause effect diagram*

5. Melakukan usulan perbaikan
 - a. Usulan dengan TPM (*autonomous maintenance*)
 - b. Usulan dengan metode SMED
 - c. Usulan dengan metode 5W1H

Dalam mengatasi masalah *availability* menggunakan metode TPM (*autonomous maintenance*), masalah *performance* menggunakan pendekatan SMED, dan *quality* menggunakan metode 5W1H. Data dan usulan perbaikan akan ditampilkan dalam pengolahan data yang disajikan dalam bentuk simulasi. Tampilan simulasi ini disajikan dalam bentuk tabel, grafik garis, dan diagram batang, sehingga pembacaan hasil yang didapat lebih mudah dimengerti. Tampilan simulasi ini antara lain:

- a. Simulasi *downtime* terhadap efektif *working hours*
- b. Simulasi nilai efektif *working hours* terhadap *delay & idle time*
- c. Simulasi produksi *excavator* terhadap nilai kondisi operasi dan *fill factor*.

Peningkatan nilai OEE dengan pendekatan TPM, SMED dan 5W1H dilakukan dengan simulasi-simulasi yang logis dan mudah dalam implementasinya. Dalam menemukan ide perbaikan dibantu dengan cara *brainstorming*. Dimana metode ini memungkinkan banyak ide perbaikan tidak hanya sekedar pendekatan TPM, SMED atau 5W1H.

3.7 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan rangkaian proses penelitian yang saling berkaitan dan sistematis. Penelitian dilakukan untuk melakukan perencanaan penambangan batubara dengan pendekatan analisis OEE. Penelitian dilakukan pada perusahaan kontraktor tambang batubara yaitu PT RML. Secara garis besar penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Survei pendahuluan

Kegiatan yang dilakukan adalah dengan melakukan survei ke lokasi penelitian. Penelitian dilakukan pada area khusus tambang batubara pada penggalian OB.

2. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mempelajari semua data yang sudah tercatat dalam perencanaan dan pelaksanaan operasional penambangan seperti produktivitas, *fleet matching*, jumlah alat berat, kondisi jalan tambang dan referensi-referensi yang sesuai dengan penelitian ini.

3. Identifikasi masalah

Permasalahan yang muncul adalah tidak tercapainya target produksi *overburden* dan operasional yang belum optimal sehingga perlu dilakukan analisis dengan pendekatan OEE sebagai *tools*-nya. Penerapan OEE diharapkan dapat mengetahui *losses* dari operasional tambang dapat diusulkan metode-metode yang efektif agar produksi bisa optimal dan memperoleh target yang akan dicapai.

4. Metode yang digunakan

Desain penelitian yang dilakukan adalah eksploratif dan deskriptif. Penelitian eksploratif merupakan jenis penelitian yang bertujuan untuk menemukan suatu pengetahuan baru yang sebelumnya belum ada, sedangkan penelitian deskriptif merupakan penelitian yang memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai fenomena yang ada. Metode penelitian yang digunakan dengan pendekatan kuantitatif

5. Kebutuhan data dan informasi

Kebutuhan data dan informasi diperlukan dalam melakukan penelitian. Data yang diperlukan yaitu:

- a. Produktivitas *excavator*
- b. *Downtime* dan ketersediaan unit *excavator*
- c. *Working & Standby hours (delay & idle)*
- d. *Bucket fill factor*
- e. *Job Efficiency excavator*

6. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan 2 cara yaitu pengumpulan dokumen dan observasi atau pengamatan.

7. Pengolahan data

Data yang diolah adalah perhitungan *produktivitas excavator, working & standby hours, downtime hours* unit, efisiensi kerja unit dan *bucket fill faktor*.

8. Analisis

Kegiatan dalam analisis data adalah mengelompokkan data berdasarkan variabel, tabulasi data, menyajikan data dan melakukan perhitungan untuk mengetahui hasil akhir secara statistik deskriptif. Contoh statistik deskriptif adalah dengan grafik, tabel, diagram, rata-rata dan prosentase.

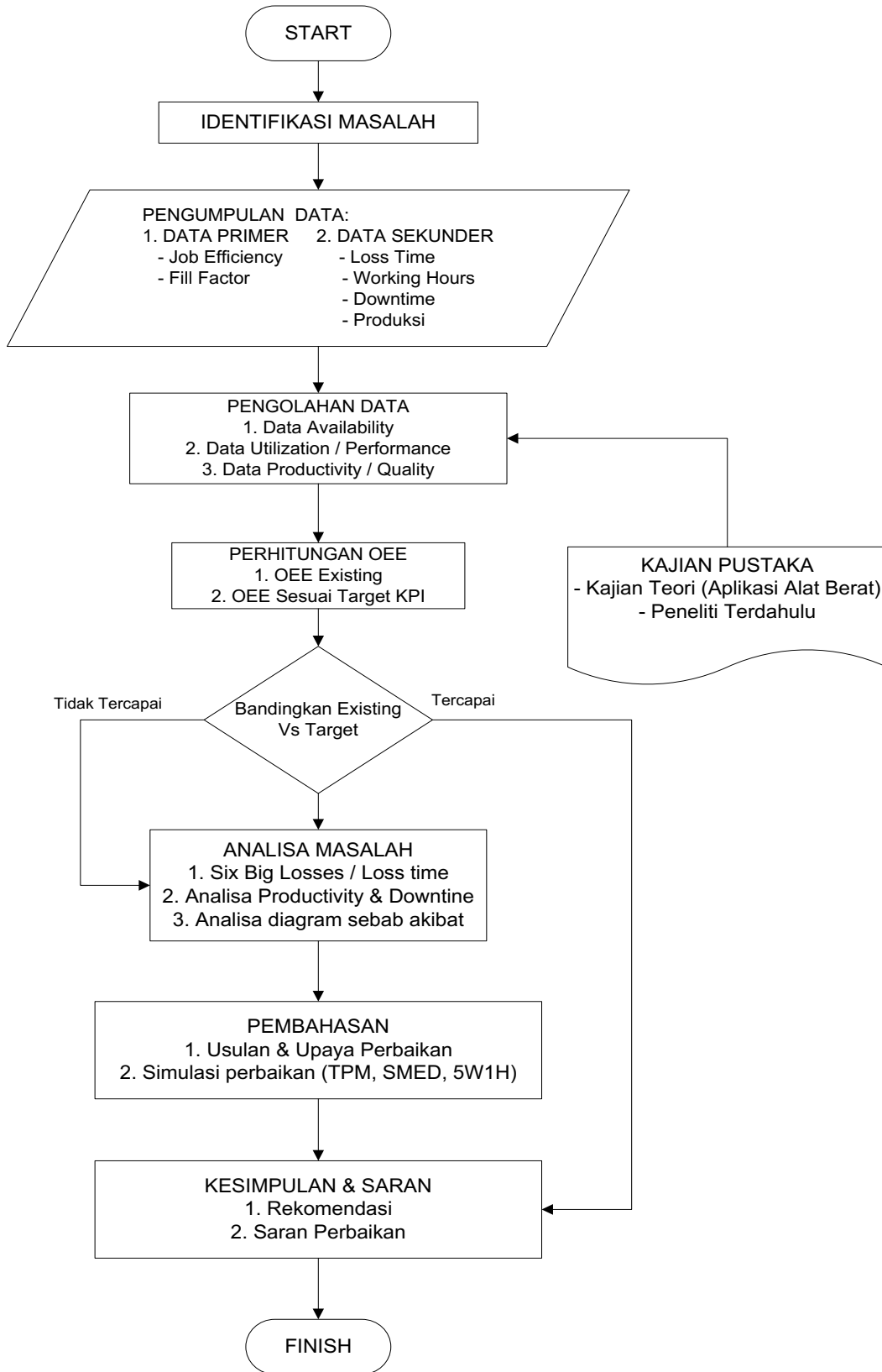
9. Pembahasan

Dalam pembahasan, diulas hasil dan analisis data yang ada, kemudian dilakukan perbandingan simulasi antara data sebelum dengan data setelah digunakan metode TPM, SMED dan 5W1H. Menghitung nilai OEE setelah dilakukan simulasi perbaikan.

10. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang diperoleh merupakan jawaban atas pertanyaan yang diajukan pada perumusan masalah yaitu melakukan perencanaan penambangan yang optimal dengan analisis OEE berdasarkan analisis *six big losses* dan analisis *availability, performance & quality*. Saran yang diberikan bersifat konstruktif untuk penelitian selanjutnya.

Tahapan penelitian dapat dirangkum dalam bagan alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Tahapan Penelitian

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

4.1. Hasil

4.1.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Salah satu perusahaan kontraktor tambang di Indonesia yang bergerak dibidang usaha jasa pertambangan khususnya batubara yang menjadi obyek penelitian adalah PT Riung Mitra Lestari (RML). Perusahaan ini berdiri pada tanggal 15 Maret 2006 yang mempunyai kontrak kerja proyek penambangan batubara di 4 wilayah Kalimantan yaitu di wilayah Embalut (Kaltim) dengan *customer* PT. Indo Tambangraya Megah, Tbk, di wilayah Krassi (Kaltara) dengan *customer* PT Mandiri Inti Perkasa, di wilayah Kutai Barat (Kaltim) dengan *customer* PT. *Trubaindo Coal Mining* dan di Wilayah Rantau (Kalsel) dengan *customer* PT Hasnur Energy. PT. Riung Mitra Lestari saat ini menghadapi tantangan yang cukup berat untuk bisa berkembang ataupun hanya bisa bertahan didalam usaha jasa pertambangan batubara di Indonesia ini, yang saat ini sedang lesu dan ditambah lagi adanya tantangan dengan banyaknya PHK massal karyawan tambang.

Visi PT. RML sebagai perusahaan kontraktor pertambangan adalah “*menjadi kontraktor tambang yang handal dan efisien*”. Sedangkan Misi yang hendak diraih oleh PT. RML adalah :

1. Memberikan pelayanan yang terbaik bagi *customer* dalam bidang jasa pertambangan.
2. Mengembangkan sumber daya manusia untuk mencapai kesejahteraan yang lebih baik.

Dalam rangka mencapai visi dan misi yang telah ditetapkan perusahaan, maka perusahaan harus melakukan upaya-upaya untuk meningkatkan *revenue* dengan meningkatkan *profit* dan menekan *cost*, agar dapat dicapai target produktivitas, keselamatan kerja yang optimal, *cost* yang efisien dan profitabilitas yang optimal serta iklim kerja yang kondusif pada saat sekarang maupun yang akan datang.

Salah satu lokasi kerja PT RML di PT. Kitadin (KTD) yang berlokasi di Desa Embalut, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur.

Proses penambangan yang dilakukan di area tersebut dimulai dari proses pembukaan lahan yang dilanjutkan dengan pemindahan tanah pucuk, penggaruan, pengupasan/penggalian tanah penutup (*overburden*), pengangkutan lapisan tanah penutup (*overburden*) ke disposal, penggalian batubara dan pengangkutan batubara ke *stockpile* dan ke *port*.

4.1.2. Lokasi Penelitian

PT. RML Site PT KTD secara administratif tepatnya terletak di Desa Embalut, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur. Lokasi penelitian dapat ditempuh menggunakan jalan darat dari Balikpapan kearah Samarinda $\pm 2,5$ jam.



Gambar 4.1. Peta Lokasi Penelitian

Sumber: Google Map (2016)

4.1.3. Proses Penambangan

Penambangan atau eksploitasi adalah proses untuk menghasilkan/menambang hasil bumi seperti minyak bumi, gas, batubara, bahan galian lain dan batuan dari kulit bumi yang telah diselidiki dan telah dipersiapkan. Eksploitasi hanya dapat dilaksanakan atas dasar pemilik Ijin Usaha Pertambangan (IUP). Secara umum aktivitasnya adalah :

1. *Land clearing*
2. *Top Soil Removal*
3. *Drill & Blast atau Ripping dozing*
4. ***Overburden / Waste Removal***
5. *Coal Getting (coal cleaning, coal expose)*
6. *Overburden Dumping*
7. *Coal Hauling to Stockpile*
8. *Coal Shipping*
9. *Reclamation (re-shaping, re-contouring, re-vegetation)*
10. *Pit Service Activity (Road Maintenance, Dewatering & Lighting)*
11. *Covering Soil (Sub soil dan top soil dilanjutkan dengan reklamasi)*

Dalam penelitian ini difokuskan pada aktivitas *Overburden/Waste Removal*. Dimana dalam aktivitas ini melibatkan 2 jenis alat berat (*heavy equipment*) yaitu alat gali muat (*excavator*) dan alat angkut (*hauler*). Tapi penelitian ini difokuskan pada alat gali muat atau *excavator*. Untuk *excavator* yang digunakan adalah *excavator* jenis *backhoe* dengan merek Komatsu tipe PC 400-7. Secara detail terkait obyek penelitian atau equipment ini akan dibahas di sub bab berikutnya.

4.1.4. Equipment dan Obyek Penelitian

Penelitian ini fokus pada 1 jenis alat berat (*heavy equipment*) yang disebut *excavator* (alat muat) dengan tipe alat muat *backhoe* PC 400 merk Komatsu. Excavator merupakan alat gali utama dalam proses penambangan batubara. *Object* penelitian adalah *Excavator* dengan total 7 unit dimana perincian adalah 6 unit status *ready for use* (siap kerja) 1 unit status *breakdown* (rusak dalam perbaikan).

Tabel 4.1. Obyek Penelitian

No	Tipe Unit	Jumlah	Status
1	<i>Excavator PC 400-7 (backhoe)</i>	6 unit	<i>Ready for use</i>
2	<i>Excavator PC 400-7 (backhoe)</i>	1 unit	<i>Breakdown</i>

Sumber: Data DBR Plant RML (2016)

Dari 7 unit yang ada di lokasi penelitian maka hanya 6 unit yang akan diobservasi dan diambil datanya. Secara singkat dapat dilihat pada Tabel 4.2. terkait spesifikasi dan kondisi masing-masing unit.

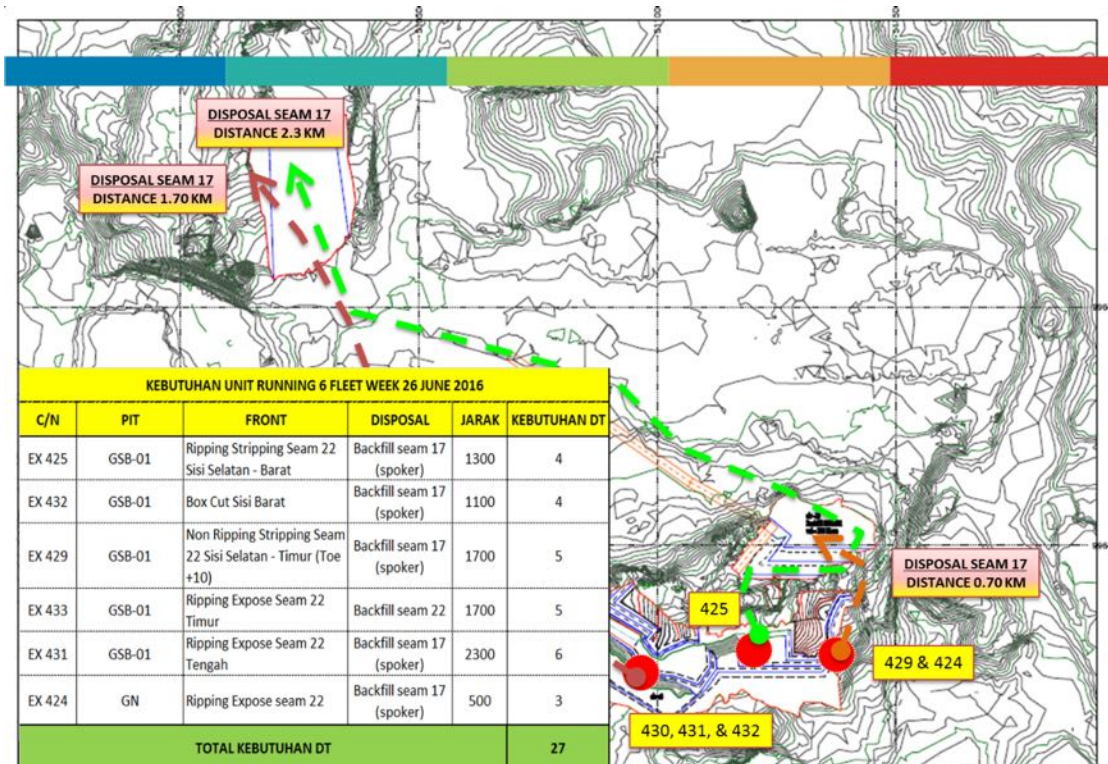
Tabel 4.2. Data Kondisi dan Spesifikasi Unit

Kondisi Alat	PC 400	PC 400	PC 400	PC 400	PC 400	PC 400
	C/N EX- 424	C/N EX- 425	C/N EX- 429	C/N EX- 430	C/N EX- 431	C/N EX 432
Kap. <i>Bucket</i>	2,2 bcm	2,2 bcm	2,2 bcm	2,2 bcm	2,2 bcm	2,2 bcm
HM Penelitian	18.333	16.954	14.784	10.644	10.489	10.765
Tahun Pembuatan	2013	2013	2013	2014	2014	2014
HP <i>Engine</i>	330 HP	330 HP	330 HP	330 HP	330 HP	330 HP
Jenis <i>Bucket</i>	Standar	Standar	Standar	Standar	Standar	Standar
Lokasi kerja	SB Tengah	SB Tengah	SB Tengah	SB Timur	SB Timur	SB Timur
Jumlah <i>Truck</i>	4	4	4	5	5	5
Kondisi medan	Luas	Luas	Sempit	Luas	Sempit	Sempit
<i>Operator</i>	Senior	Senior	Senior	Senior	Senior	Senior
Material	Keras	Keras	Keras	Lunak	Lunak	Lunak

Sumber: Data DBR Plant RML (2016)

4.1.5. Kondisi Penelitian

Secara penempatan dan lokasi *excavator* digambarkan dalam bentuk peta *contour* seperti pada Gambar 4.2. Penempatan alat ditunjukkan dalam bentuk kode unit yaitu dengan kode 424, 425, 429, 430, 431, 432.



Gambar 4.2. Peta Penempatan Lokasi *Excavator*

Sumber: Data *Monthly Mine Design* PT. RML (2016)

4.2. Analisis dan Perhitungan Data Penelitian

4.2.1. Analisis Data & Perhitungan *Availability Excavator*

Data *availability* alat *excavator* terdiri dari data *Breakdown Schedule* (BS) dan *Breakdown Unschedule* (BUS). Dimana data tersebut dibandingkan dengan waktu dalam satu hari yang disebut dengan MOHH atau *Machine On Hand Hours*. Data BS dan BUS merupakan data dalam satuan *hours* atau jam. Waktu yang tersedia dalam satu hari yang siap untuk operasional alat disebut *Available Time*. Sedangkan data BS dan BUS sering disebut dengan waktu *downtime*. Data *downtime* diambil dari data dokumen perusahaan pada bulan April 2016, sehingga data BS dan BUS adalah data sekunder. Detail data penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.3.

4.2.1.1. Data Downtime

Data *downtime excavator* terdiri dari dua data yaitu data jam *Breakdown Schedule* (BS) dan data jam *Breakdown Unschedule*. Secara lengkap data yang peneliti kumpulkan dengan teknik dokumen di PT. RML dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data *Downtime* Rata-rata Mingguan Bulan April 2016 (satuan jam)

<i>Minggu</i>	<i>EX 424</i>			<i>EX 425</i>			<i>EX 429</i>		
	MOHH	USB	SB	MOHH	USB	SB	MOHH	USB	SB
Week I	24,0	0,0	0,2	24,0	4,7	0,2	24,0	0,0	2,5
Week II	24,0	0,2	0,2	24,0	10,4	0,1	24,0	0,1	0,2
Week III	24,0	1,8	0,2	24,0	20,2	0,0	24,0	0,0	0,2
Week IV	24,0	0,0	0,2	24,0	0,0	0,3	24,0	0,0	2,1
Week V	24,0	0,04	2,4	24,0	0,5	0,4	24,0	0,1	0,2
Total	24,00	0,40	0,65	24,00	7,14	0,19	24,00	0,05	1,03
<i>Minggu</i>	<i>EX 430</i>			<i>EX 431</i>			<i>EX 432</i>		
	MOHH	USB	SB	MOHH	USB	SB	MOHH	USB	SB
Week I	24,0	0,0	0,2	24,0	0,0	0,3	24,0	0,0	0,5
Week II	24,0	0,0	1,0	24,0	0,0	6,1	24,0	0,0	6,4
Week III	24,0	0,0	1,8	24,0	0,0	0,2	24,0	0,0	0,2
Week IV	24,0	0,0	0,2	24,0	0,0	2,1	24,0	0,0	2,1
Week V	24,0	0,0	0,2	24,0	0,0	0,2	24,0	0,0	0,3
Total	24,00	0,00	0,71	24,00	0,01	1,78	24,00	0,00	1,90

Sumber : Data MOCO PT. RML (2016)

4.2.1.2. Perhitungan *Available Time*

Untuk mengetahui *Available time* dapat dirumuskan dalam Rumus 4.1.

$$\text{Available Time} = \text{MOHH} - \text{Downtime} \dots\dots\dots (4.1)$$

Dalam penelitian ini, peneliti mengambil data sbb:

1. Waktu penelitian : Bulan April 2016
2. Obyek penelitian : *Excavator* PC 400
3. Jumlah obyek penelitian : 6 unit alat gali muat (*excavator*)
4. Kode unit penelitian : EX 424, EX 425, EX 429, EX430, EX431, EX432

Contoh Perhitungan *Available Time*, dengan diketahui data sbb:

- Tanggal : 4 April 2016
 Kode unit : EX 424 (PC 400)
 Data BS : 0,25 Jam
 Data BUS : 1,23 Jam
 MOHH : 24 jam (waktu 1 hari dalam satuan jam)

$$\begin{aligned}
 \text{Available Time (AVT)} &= \text{MOHH} - \text{Downtime} \quad \text{dimana, Downtime} = \text{BS} + \text{BUS} \\
 &= 24 \text{ jam} - (0,25 \text{ jam} + 1,23 \text{ jam}) \\
 &= 22,5 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Available Time dalam 1 bulan April untuk unit PC 400 EX 424 adalah

Diketahui:

- Data BS : 19,4 Jam
- Data BUS : 14,1 Jam
- MOHH : 720 jam (waktu 1 bulan dalam satuan jam)
- Bulan : April 2016 (30 hari)
- AVT : *Available Time*

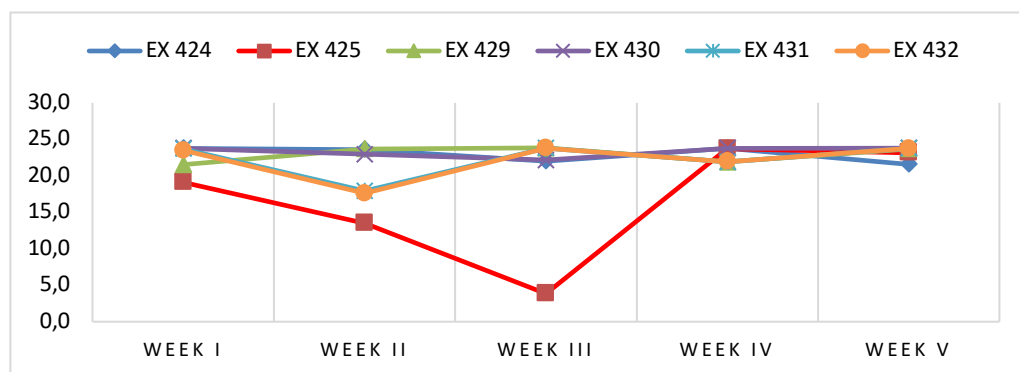
$$\begin{aligned}
 \text{Available Time} &= \text{MOHH} - (\text{BS} + \text{BUS}) \\
 &= 720 \text{ jam} - (19,4 \text{ jam} + 14,1 \text{ jam}) = 686,5 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata per hari} = \frac{686,5 \text{ jam}}{30 \text{ hari}} = 22,88 = 22,9 \text{ jam}$$

Tabel 4.4. Data *Available Time* Rata-rata Mingguan Bulan April 2016

Minggu	EX 424	EX 425	EX 429	EX 430	EX 431	EX 432
Week I	23,8	19,1	21,5	23,8	23,7	23,5
Week II	23,6	13,5	23,7	23	17,929	17,6
Week III	22	3,85	23,8	22,2	23,781	23,8
Week IV	23,8	23,7	21,9	23,8	21,898	21,9
Week V	21,6	23,2	23,7	23,8	23,775	23,7
Total	22,9	16,7	22,9	23,3	22,2	22,1

Sumber : Data MOCO PT. RML (2016)



Gambar 4.3. *Availability All PC 400* Bulan April 2016

Sumber : Data MOCO PT. RML (2016)

4.2.1.3. Perhitungan *Availability* PC 400

Availability adalah ketersediaan peralatan atau keadaan siap suatu mesin/peralatan baik dalam jumlah kuantitas maupun kualitas sesuai dengan kebutuhan yang digunakan untuk proses operasi. *Availability* juga digunakan untuk menilai keberhasilan dan efektifitas suatu peralatan terhadap kegiatan perawatan yang telah dilakukan. Dalam hal ini menjadi salah dari parameter perhitungan nilai OEE.

Rumus perhitungan *availability* adalah:

$$Availability = \frac{MOHH-DT}{MOHH} \times 100\% \dots\dots\dots (4.2.)$$

MOHH : *Machine On Hand Hours*

DT = BS + BUS

DT = *Downtime*

BS = *Breakdown Schedule*

BUS = *Breakdown Un Schedule*

Contoh perhitungan *Availability* PC 400 EX 424, diketahui:

- Tanggal : 4 April 2016
- Kode unit : EX 424 (PC 400)
- BS : 0,25 Jam
- BUS : 1,23 Jam
- MOHH : 24 jam (waktu 1 hari dalam satuan jam)
- Downtime : BS + BUS = 0,25 + 1,23 = 1,48 jam

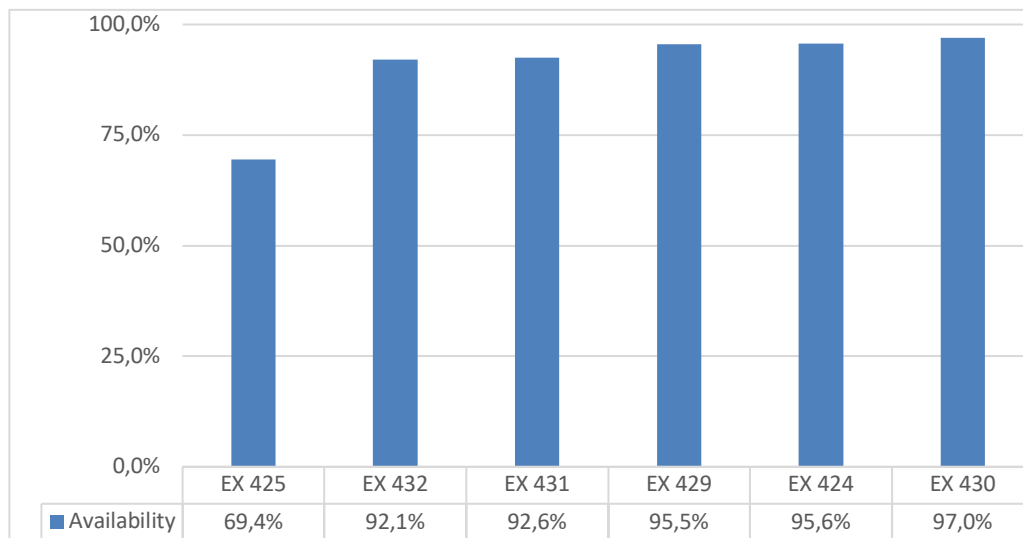
$$\begin{aligned} Availability &= \frac{MOHH-DT}{MOHH} \times 100\% \\ &= \frac{24 - 1,48}{24} \times 100\% \\ &= 93,8 \% \end{aligned}$$

Secara total selama 1 bulan dapat digambarkan pada Tabel 4.5. di masing-masing alat gali muat ini.

Tabel 4.5. *Availability* Alat Gali Muat *Excavator*

Minggu	EX 424	EX 425	EX 429	EX 430	EX 431	EX 432
Week I	99,0%	79,7%	89,7%	99,0%	98,8%	97,8%
Week II	98,4%	56,2%	98,7%	95,7%	74,7%	73,4%
Week III	91,8%	16,0%	99,3%	92,4%	99,1%	99,1%
Week IV	99,0%	98,8%	91,2%	99,0%	91,2%	91,3%
Week V	89,8%	96,5%	98,7%	99,1%	99,1%	98,9%
Rerata	95,6%	69,4%	95,5%	97,0%	92,6%	92,1%

Sumber : Data MOCO PT. RML (2016)



Gambar 4.4. *Availability All Excavator* Bulan April 2016

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

4.2.2. Analisis Data dan Perhitungan *Performance Excavator*

Performance dalam perhitungan OEE merupakan kinerja sebuah alat dapat beroperasi sesuai waktu yang disediakan. *Performance* dipengaruhi oleh waktu yang hilang atau *loss time*. Dalam kasus dimanajemen peralatan dipertambahan waktu hilang dikategorikan menjadi 2 waktu, yang disebut *delay time* dan *idle time*. *Delay time* adalah waktu hilang dalam jam operasi yang dapat dikendalikan, sedangkan *idle time* adalah waktu hilang dalam jam operasi yang tidak dapat di kendalikan. Yang dimaksud dengan waktu yang tidak dapat dikendalikan adalah waktu yang disebabkan oleh kejadian-kejadian yang diluar kemampuan perusahaan atau manusia. Misalnya: hujan, banjir, longsor, debu dan bencana alam lain yang

tidak dapat diperkirakan. Sedangkan waktu yang dapat dikendalikan adalah waktu yang memang sudah direncanakan dalam operasi penambangan. Misalnya: waktu pergantian *shift*, waktu istirahat, waktu tunggu alat/*operator*, dll.

4.2.2.1. Data Performance

Pengambilan data waktu hilang ini dengan menggunakan teknik pengumpulan dokumen dari perusahaan. Data ini termasuk data sekunder. Ada 3 jenis data yang diambil yaitu *data delay time dan idle time*. Data *performance* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Data *Loss Time Excavator* April 2016 (jam/hari)

Minggu	EX 424 (jam/day)		EX 425 (jam/day)		EX 429 (jam/day)	
	<i>Delay</i>	<i>Idle</i>	<i>Delay</i>	<i>Idle</i>	<i>Delay</i>	<i>Idle</i>
Week I	19,46	0,00	10,45	0,00	16,09	0,00
Week II	12,41	1,65	9,67	0,00	10,62	1,61
Week III	14,75	2,23	10,93	2,54	6,05	2,92
Week IV	5,75	0,17	15,57	0,15	12,09	0,18
Week V	18,30	1,23	5,19	1,28	11,64	1,13
Rerata	14,14	1,06	10,36	0,79	11,30	1,17
Minggu	EX 430 (jam/day)		EX 431 (jam/day)		EX 432 (jam/day)	
	<i>Delay</i>	<i>Idle</i>	<i>Delay</i>	<i>Idle</i>	<i>Delay</i>	<i>Idle</i>
Week I	4,93	0,00	3,67	0,00	9,61	0,00
Week II	6,99	1,61	8,05	1,61	8,55	1,61
Week III	14,42	2,91	9,16	2,88	3,96	2,91
Week IV	10,18	0,17	11,00	0,11	4,90	0,11
Week V	3,67	1,19	4,14	1,20	7,25	1,23
Rerata	8,04	1,18	7,20	1,16	6,85	1,17

Sumber: Data MOCO PT RML (2016)

4.2.2.2. Perhitungan Performance Unit (Utilisasi)

Performance merupakan kinerja suatu alat terhadap *available time*-nya. Dengan kata lain diistilahkan dengan utilisasi yang berarti seberapa besar unit atau peralatan dapat dimanfaatkan. Dalam kajian pustaka rumus dalam perhitungan *performance* dapat diformulakan sbb:

$$Performance = \frac{Operating\ Time - Speed\ Losses}{Operating\ Time} \times 100\% \quad (2.19)$$

Sebelum menghitung *performance* kita harus menghitung dulu beberapa parameter yang mempengaruhinya, diantaranya *operating time* atau diistilah tambang disebut

effective working hour (EWH), dan juga menghitung *speed losses* atau istilah di tambang disebut *loss time*.

1. Menghitung *effective working hours* (EWH)

Rumus menghitung EWH atau *Operating Time* adalah :

$$EWH = Available Time - Loss Time \dots\dots\dots (4.3)$$

$$Loss\ time = Delay\ time + Idle\ time \dots\dots\dots (4.4)$$

Contoh untuk menghitung EWH *Excavator* dengan data sbb:

<i>Excavator</i> PC 400 kode unit	: EX 430
Data tanggal penelitian	: 13 April 2016
<i>Breakdown Schedule</i> (BS)	: 0,25 jam
<i>Un Schedule Breakdown</i> (BUS)	: 0 jam
MOHH	: 24 jam
<i>Delay time</i> (Dt)	: 12,52 jam
<i>Idle time</i> (It)	: 2,83 jam

$$\begin{aligned}
 Available\ time &= MOHH - (BS + BUS) \\
 &= 24 - (0,25 + 0) \\
 &= 23,75\ jam
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EWH &= Available\ time - loss\ time \\
 &= 23,75 - (12,52 + 2,83) = 8,4\ jam
 \end{aligned}$$

Loss time dalam hal ini sama dengan *speed losses* (waktu yang hilang).

2. Menghitung *Performance/Utilisasi*

Menggunakan data hasil perhitungan EWH sbb:

Diketahui:

$$EWH = 8,4\ jam \qquad AVT = 23,75\ jam$$

Dengan menggunakan rumus:

$$Performance = \frac{Operating\ Time - Speed\ Losses}{Operating\ Time} \times 100\% \qquad (2.19)$$

Dapat disederhanakan atau disepadankan menjadi:

$$\begin{aligned}
 Performance &= \frac{Availability\ time - Loss\ Time}{Available\ Time} \times 100\% \\
 &= \frac{8,4}{23,75} \times 100\% = 35,4\ %
 \end{aligned}$$

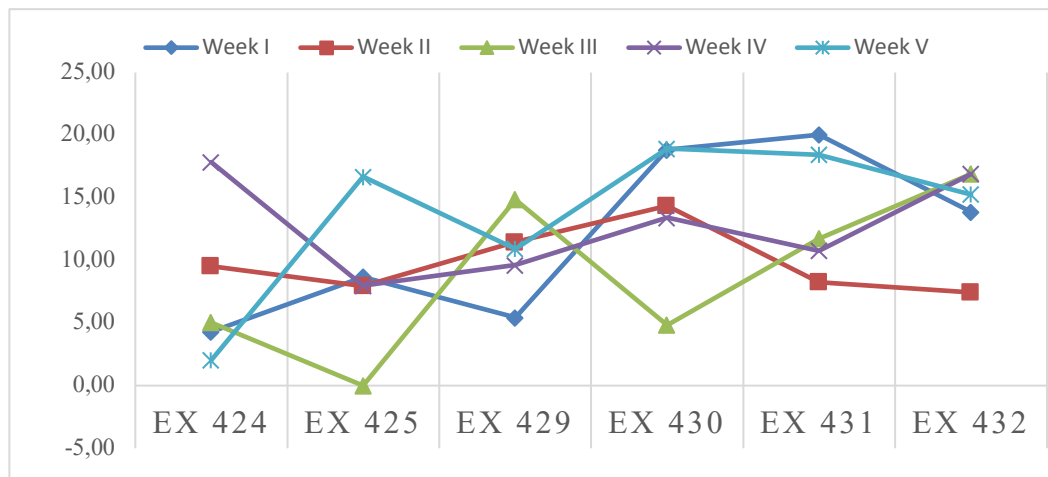
3. Tabel Hasil Perhitungan

Setelah menghitung menggunakan *excel*, diperoleh data-data penyajian untuk semua *excavator* dalam bentuk tabel dan juga grafik. Secara ringkas dapat digambarkan pada Tabel 4.7. dalam durasi waktu mingguan (7 hari).

Tabel 4.7. Data *Effective Working Hour* Rerata perhari (bulan April 2016)

Minggu	EX 424 (jam/day)	EX 425 (jam/day)	EX 429 (jam/day)	EX 430 (jam/day)	EX 431 (jam/day)	EX 432 (jam/day)
Week I	4,30	8,60	5,43	18,83	20,03	13,87
Week II	9,56	13,95	11,46	14,36	8,27	7,44
Week III	5,04	0,00	14,86	4,84	11,74	16,90
Week IV	17,84	7,99	9,63	13,41	10,79	16,90
Week V	2,03	16,68	10,92	18,93	18,43	15,27
Rerata	7,76	8,26	10,46	14,08	13,85	14,08

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)



Gambar 4.5. Diagram Penyebaran EWH All *Excavator* (April 2016)

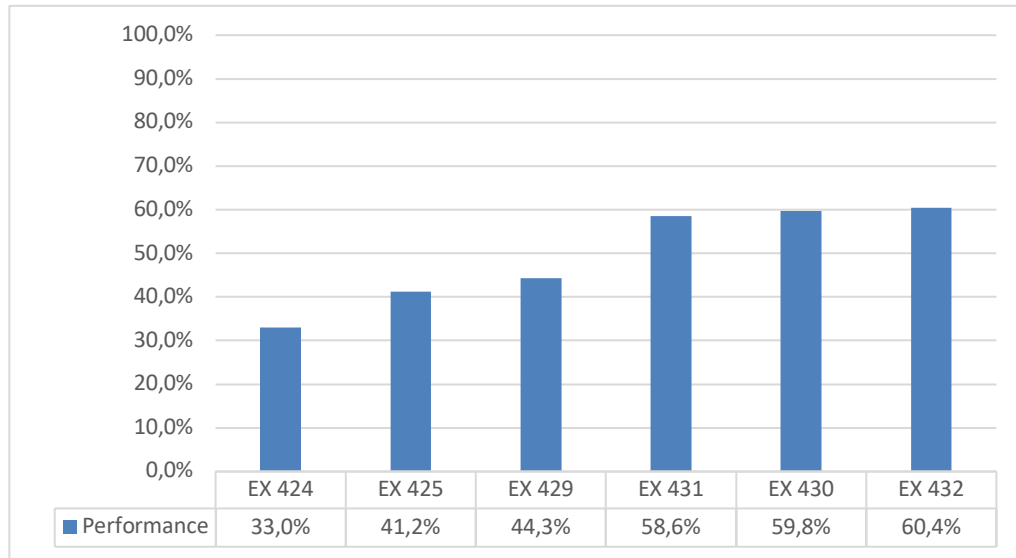
Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Tabel 4.8. Data Hasil Perhitungan *Performance* (bulan April 2016)

Minggu	EX 424	EX 425	EX 429	EX 430	EX 431	EX 432
Week I	18,1%	41,3%	24,0%	79,2%	84,5%	59,4%
Week II	40,7%	59,1%	48,6%	60,7%	35,4%	35,5%
Week III	21,4%	0,0%	62,4%	22,9%	49,5%	71,1%
Week IV	75,1%	33,8%	40,5%	56,4%	46,1%	71,8%
Week V	9,8%	72,0%	46,2%	79,6%	77,5%	64,3%
Rerata	33,0%	41,2%	44,3%	59,8%	58,6%	60,4%

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Jika data diatas disajikan dalam bentuk Diagram adalah sbb:



Gambar 4.6. *Performance* untuk All Excavator

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

4.2.3. Analisis Data dan Perhitungan *Quality Excavator*

Menurut konsep Nakajima (1988) mengenai TPM dan juga OEE, nilai *quality* dikaitkan dengan output dari hasil produksi. Dalam hal ini adalah seberapa besar kualitas yang dihasilkan dari proses produksi. Karena hal ini terkait dengan kualitas maka *defect product* sangat diperhitungkan. Pekerjaan penambangan terkait dengan kualitas lebih cenderung kepada 2 aspek, yaitu kompetensi orang dan kondisi medan kerja. Dalam penelitian ini, khusus untuk analisis data dan perhitungan *quality rate*, harus mengambil data primer untuk pengumpulan datanya. Selain itu juga harus melakukan observasi terkait parameter kualitas hasil pekerjaan produksi. Beberapa penelitian sebelumnya yang populer menggunakan *bucket fill factor* yang paling mempengaruhi hasil kerja/output dari alat *excavator*.

Dalam penelitian ini berdasarkan kajian teori dan penelitian sebelumnya, yang mempengaruhi hasil kerja secara kualitas dari alat gali muat excavator adalah 2 parameter, yaitu: efisiensi kerja dan *bucket fill factor*. Karena kedua parameter ini bersifat kualitatif dan merupakan faktor koreksi, maka berdasarkan hasil penelusuran kajian pustaka, kedua parameter didasarkan pada panduan *handbook* yang dikeluarkan dari pabrik pembuat alat berat tersebut, seperti pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Efisiensi Kerja Alat Berat

<i>Operating Conditions</i>	<i>Job Efficiency</i>
<i>Good</i>	0,83
<i>Average</i>	0,75
<i>Rather poor</i>	0,67
<i>Poor</i>	0,58

Sumber: *Specification & Application Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)*

Efisiensi kerja mencakup: kondisi medan/lingkungan kerja, *skill* dan *knowledge operator*, jenis/kondisi material dan teknik dan metode kerja operasi alat berat. Sedangkan terkait dengan mesin dikategorikan dan dimasukkan kedalam parameteri *availability* atau kesiapan peralatan.

Tabel 4.10. *Bucket Fill Factor* untuk *Excavator* Jenis *Backhoe*

PC 200 – PC 1800	<i>Excavating Conditions</i>	<i>Fill Factor</i>
<i>Easy</i>	<i>Excavating natural ground of clayey soil, clay, or soft soil</i>	1,1 – 1,2
<i>Average</i>	<i>Excavating natural ground of soil such as sandy soil and dry soil</i>	1,0 – 1,1
<i>Rather difficult</i>	<i>Excavating natural ground of sandy soil with gravel</i>	0,8 – 0,9
<i>Difficult</i>	<i>Loading blasted rock</i>	0,7 – 0,8

Sumber : *Specification & Application Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)*

Bucket fill factor adalah faktor koreksi saat proses *digging* atau *loading excavator*. Dalam hal ini dipengaruhi oleh jenis material. Jika material mudah di *loading/digging* termasuk kategori *Easy*. Jika sulit di-*loading* atau *digging* termasuk kaetegori *difficult*.

4.2.3.1. Data Quality

Data *quality* dipengaruhi oleh 2 aspek yang sudah dibahas diatas yaitu efisiensi kerja dan *bucket fill factor*. Kedua data tersebut diambil dari data primer yaitu dengan melakukan observasi terhadap dua parameter tersebut. Pengambilan data

dilakukan dengan menggunakan formulir observasi terkait efisiensi dan *bucket fill factor*. Pengambilan data dilakukan dengan cara:

1. Pada awal shift sejak bucket pertama di-loading ke *truck*
2. Durasi waktu adalah kira-kira 1 jam oleh *Group Leader*
3. Observasi dilakukan ke 6 unit *excavator* PC 400
4. Menggunakan Daftar Periksa *Group Leader* dan *Form* Pengamatan

Contoh pengamatan:

Tempat Pengamatan: PIT GSB 01 Tengah, Job Site KTD

Tanggal Pengamatan: 04 April 2016, Jam Pengamatan: 07.00 WITA

No. Unit Alat Gali Muat : EX 424, Kapasitas Alat Gali Muat: 2

Jumlah Pengisian: 5 *BUCKET*, Jumlah Alat Angkut: 4

Jarak *Front* ke *Disposal*:1200 meter

Tabel 4.11. Contoh Tabel Pengamatan Lapangan (Efisiensi Kerja)

**FORM PENGAMATAN OPERASIONAL
AREA KERJA FRONT LOADING**

LOKASI : PIT GSB 01
UNIT : PC 400 EX 424
Hari & tanggal : Senin, 4 April 2016

AREA OBSERVASI	HASIL OBSERVASI		KETERANGAN
	YA	TIDAK	
I. KONDISI AREA			
1. Grade, Lebar dan tinggi sesuai standar	V		
2. Rata dan bebas material lepas	V		
II. SKILL OPERATOR			
1. Teknik operasi benar dan aman		V	Operator kurang hati-hati
2. Cara pengoperasian efektif dan efisien	V		
III. ALAT PENUNJANG			
1. Lokasi ada support buldozer	V		
2. Cara kerja alat sesuai standar	V		
IV. SURVEY			
1. Ada patok survey dan jelas	V		
2. Penggalian sesuai patok	V		
V. SAFETY			
1. Aman dari longsor		V	Ada longsor
2. Aman dari banjir, lumpur atau gambut	V		
VI. Material			
1. Material Ripping atau Freedig	V		
2. Material cukup untuk 1 shift	V		
TOTAL	10	2	
	0,833		

Keterangan :

Bagus	0,83
Rata-rata	0,75
Kurang	0,67
Jelek	0,58

Embalut, 4 April 2016

Sumber: RIOS RML (2016), Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)

Dari contoh diatas bahwa untuk kasus tiap hari dapat berbeda-beda tergantung lokasi dan aspek pengamatannya. Pada data observasi Tabel 4.11. hasil akhir efisiensi kerja adalah 0,833. Dari data parameter *Komatsu Specification Handbook* nilai 0,833 adalah kondisi yang bagus (*good*).

Tabel 4.12. Contoh Tabel Pengamatan Lapangan (*Bucket Fill Factor*)

**FORM PENGAMATAN OPERASIONAL
BUCKET FILL**

LOKASI : PIT GSB 01
UNIT : PC 400 EX 424
Hari & tanggal : Senin, 4 April 2016

AREA OBSERVASI	HASIL OBSERVASI			NILAI
	NILAI		HASIL	
	A	B		
I. KONDISI MATERIAL				
1. Tanah liat, tanah liat, atau tanah lunak	1,1	1,2		0
2. Tanah berpasir dan tanah kering	1	1,1		0
3. Tanah berpasir dengan kerikil	0,8	0,9	A	0,8
4. Memuat batuan/material blasting	0,7	0,8		0
II. MATERIAL				
1. Free Dig	1	1,1		0
2. Ripping	0,8	0,9	A	0,8
3. Blasting	0,7	0,8		0
III. TEKNIK PENGAMBILAN MATERIAL				
1. Pengambilan mudah	0,9	1		0
2. Pengambilan sulit	0,7	0,8	B	0,8
	NILAI RERATA			0,80

Keterangan :

- 1,1 - 1,2 Menggali tanah alami dari tanah liat, tanah liat, atau tanah lunak
- 1,0 - 1,1 Menggali tanah alami tanah seperti tanah berpasir dan tanah kering
- 0,8 – 0,9 Menggali tanah alami dari tanah berpasir dengan kerikil
- 0,7 – 0,8 Memuat batuan/material blasting

Embalut, 4 April 2016

Sumber: RIOS RML (2016), Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)

Dari contoh diatas bahwa untuk kasus tiap hari dapat berbeda-beda tergantung material dan kondisinya. Pada data observasi Tabel 4.12. hasil akhir *bucket fill*

factor adalah 0,80. Dari data parameter *Komatsu Specification Handbook* nilai 0,80 adalah kondisi dimana penggalian dengan tanah dalam kondisi asli dan tanah berpasir/kerikil. Dari data observasi material ini termasuk tidak mudah dalam proses *digging* dan *loading*-nya.

Tabel 4.13. Data Observasi Efisiensi Kerja dan *Bucket Fill Factor*

Minggu	EX 424		EX 425		EX 429	
	Efisiensi Kerja	Fill Factor	Efisiensi Kerja	Fill Factor	Efisiensi Kerja	Fill Factor
Week I	0,75	0,90	0,80	0,84	0,83	0,83
Week II	0,77	0,88	0,81	0,84	0,75	0,88
Week III	0,77	0,84			0,83	0,83
Week IV	0,81	0,85	0,75	0,82	0,75	0,89
Week V	0,83	0,80	0,75	0,90	0,75	0,86
Total	0,78	0,85	0,78	0,85	0,78	0,86

Minggu	EX 430		EX 431		EX 432	
	Efisiensi Kerja	Fill Factor	Efisiensi Kerja	Fill Factor	Efisiensi Kerja	Fill Factor
Week I	0,75	0,84	0,75	0,88	0,83	0,87
Week II	0,78	0,84	0,75	0,90	0,79	0,84
Week III	0,79	0,84	0,75	0,88	0,83	0,85
Week IV	0,75	0,86	0,75	0,86	0,82	0,84
Week V	0,78	0,90	0,75	0,88	0,75	0,86
Total	0,77	0,86	0,75	0,88	0,80	0,85

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

4.2.3.2. Perhitungan dan Analisis Data *Quality*

Quality adalah mutu dari *output* proses operasional. Jika *quality* tidak kita kendalikan akan berefek pada kerugian produksi. Hal itu terjadi karena inefisiensi peralatan. *Fill factor* menjadi salah satu penentu kualitas untuk alat gali seperti *shovel*, yang berarti seberapa penuh material yang dimuat sesuai dengan kapasitasnya. *Quality* untuk alat berat dapat diformulakan sebagai berikut:

$$Quality = \frac{Loaded\ Payload\ Capacity}{Full\ Payload\ Capacity} \times 100\% \quad (2.20)$$

Sepadannya setara dengan formula:

$$Productivity\ Index = \frac{Actual\ Productivity}{Max.Productivity \times Efisiensi \times Fill\ Factor} \times 100\%$$

Dalam kasus penelitian ini terkait *loaded payload capacity* merupakan produktivitas aktual yang diambil dari data sekunder. Sedangkan *full payload capacity* adalah produktivitas ideal sudah dikoreksi dengan faktor koreksi.

Loaded Payload Capacity = Productivity actual

Full Payload Capacity = Max. Productivity x Job Efficiency x Bucket Fill Factor

Max. Productivity adalah taksiran produksi dalam waktu tertentu, dimana rumusnya:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Ct} \quad (2.14)$$

Dimana,

Q = Produktivitas per jam (m³/jam)

3600 = Konversi jam → detik

q = Produktivitas per siklus (m³)

Ct = Waktu siklus (detik)

E = Efisiensi kerja (%)

Hasil pengambilan data sekunder produktivitas PC 400, terlihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Produktivitas PC 400 Bulan April 2016

Minggu	<i>Actual Productivity (bcm/jam)</i>					
	EX 424	EX 425	EX 429	EX 430	EX 431	EX 432
Week I	204,30	191,83	195,00	221,58	218,74	203,54
Week II	190,81	184,45	215,83	210,94	224,16	192,48
Week III	173,69		199,67	198,16	205,72	209,47
Week IV	195,41	193,91	201,88	219,81	201,02	182,38
Week V	199,50	240,44	172,31	216,36	216,51	195,38
Total	192,74	202,66	196,94	213,37	213,23	196,65

Sumber: Data MOCO Eng RML (2016)

1. Parameter Perhitungan Produktivitas

Perhitungan produktivitas yang dimaksud adalah produktivitas dalam kondisi ideal atau *full loaded*. Hal ini dipengaruhi beberapa parameter, seperti pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Parameter Perhitungan Produktivitas *Excavator*

Parameter	Simbol	Satuan
Kapasitas <i>Bucket</i>	q	LCM
<i>Fill Factor</i>	K	%
<i>Cycle time</i>	Ct	detik
Efisiensi Kerja	E	%
<i>Swell Factor</i>	Sf	Konstanta

Sumber : *Specification & Application Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)*

1.a. Kapasitas *Bucket*

Untuk *bucket excavator* ada beberapa jenis, alat berat jenis *excavator PC 400* ini memiliki beberapa tipe atau *series*. Terlihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Spesifikasi Alat PC 400-7

Item	Model	PC380LC-7	PC400-7***	PC400-7**	PC400-6
		UK	Japan	Japan	China
OPERATING WEIGHT*	kg (lb)	40300 (88,850)	41400 (91,270)	41400 (91,270)	41400 (91,270)
HORSEPOWER (SAE)	HP (kW)/RPM	242 (180)/1900	330 (246)/1850	330 (246)/1850	306 (228)/2050
BUCKET CAPACITY RANGE (SAE)	m ³ (cu.yd)	1.12 ~ 2.54 (1.46) (3.32)	1.3 ~ 2.2 (1.7) (2.9)	1.3 ~ 2.2 (1.7) (2.9)	1.3 ~ 2.2 (1.7) (2.9)
PERFORMANCE:					
Swing speed	RPM	9.5	9.0	9.0	9.3
Max travel speed	km/h (MPH)	Hi 4.3 (2.7)	Hi 5.5 (3.4)	Hi 5.5 (3.4)	Hi 5.5 (3.4)
		Mi 3.4 (2.1)		Mi 4.4 (2.7)	Mi 4.5 (2.8)
		Lo 2.0 (1.2)	Lo 3.0 (1.9)	Lo 3.0 (1.9)	Lo 3.2 (2.0)
DIMENSIONS: See the page of dimensions.					
ENGINE:					
Model		KOMATSU SAA6D114E	KOMATSU SAA6D125E	KOMATSU SAA6D125E	KOMATSU SA6D125E
No. of cylinders-bore x stroke	mm (in)	6-114 x 135 (4.49 x 5.31)	6-125 x 150 (4.92 x 5.90)	6-125 x 150 (4.92 x 5.90)	6-125 x 150 (4.92 x 5.90)
Piston displacement	ltr. (cu.in)	8.27 (505)	11.04 (674)	11.04 (674)	11.04 (674)
HYDRAULIC SYSTEM:					
Hydraulic pump		2 x Variable Piston	2 x Variable Piston	2 x Variable Piston	2 x Variable Piston
Max. oil flow	ltr. (U.S. Gal)/min.	536 (142)	690 (182)	690 (182)	652 (172)
Max. oil pressure	kg/cm ² (PSI)	380 (5400)**	380 (5400)**	380 (5400)**	355 (5050)
Track shoe width/ground pressure	mm (in)/	700 (28)✓	600 (24)✓	600 (24)✓	600 (24)✓
	kg/cm ² (PSI)	0.61 (8.7)	0.79 (11.2)	0.79 (11.2)	0.79 (11.2)
CAPACITY (Refilled):					
Fuel tank	ltr. (U.S. Gal)	605 (160)	650 (172)	650 (172)	605 (160)
Hydraulic oil tank		188 (49.7)	248 (65.5)	248 (65.5)	270 (71.3)
MACHINE SPEC:					
Boom	mm (ft.in)	6470 (21'3")	7060 (23'2")	7060 (23'2")	7060 (23'2")
Arm	mm (ft.in)	3190 (10'6")	3380 (11'1")	3380 (11'1")	3380 (11'1")
Bucket (SAE)	m ³ (cu.yd)	1.38 (1.81)	1.90 (2.49)	1.90 (2.49)	1.80 (2.35)

Sumber: Specification & Application Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)

Dari data diatas pada *Bucket Capacity Range*, untuk PC 400 – 7 memiliki rentang *volume bucket* adalah 1,3 m³ – 2,2 m³. Dalam kasus penelitian ini, PT. RML membeli unit PC 400 – 7 dengan kapasitas *bucket* 2,2 m³.

1.b. *Bucket Fill Factor*

Bucket fill factor adalah faktor koreksi saat pengisian *bucket*. Seperti yang telah dijelaskan sub bab diatas. Data *bucket fill factor* diambil dari data primer seperti terlihat pada Tabel 4.13. Data Observasi Efisiensi Kerja dan *Bucket Fill Factor*.

1.c. *Cycle Time*

Cycle time adalah waktu edar *excavator* dalam 1 siklus, dimana waktu edar *excavator* dapat dirumuskan seperti rumus di bawah ini:

$$CT = DgT + SLT + Dpt + SET \quad (2.11)$$

dimana :

CT = Waktu siklus atau *cycle time* (detik)

Dgt = waktu penggalian atau *digging time* (detik)

SLT = Waktu ayun bermuatan atau *swing load time* (detik)

Dpt = Waktu penumpahan *material* atau *passing time* (detik)

SET = Waktu ayun kosong atau *swing empty time* (detik)

Dalam *specification handbook for komatsu* ada standar *cycle time* untuk *excavator* jenis PC 400 – 7. Data *cycle time* dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17. Data Standar Cycle Time Excavator (Backhoe)

Model	Range	Swing angle		Model	Range	Swing angle	
		45° ~ 90°	90° ~ 180°			45° ~ 90°	90° ~ 180°
PC78		10 ~ 13	13 ~ 16	PC240		15 ~ 18	18 ~ 21
PW130ES		11 ~ 14	14 ~ 17	PC270		15 ~ 18	18 ~ 21
PC120, PC130		11 ~ 14	14 ~ 17	PC300, PC350		15 ~ 18	18 ~ 21
PC160		13 ~ 16	16 ~ 19	PC380		16 ~ 19	19 ~ 22
PW170ES		13 ~ 16	16 ~ 19	PC400, PC450		16 ~ 19	19 ~ 22
PC180		13 ~ 16	16 ~ 19	PC600		17 ~ 20	20 ~ 23
PC200, PC210		13 ~ 16	16 ~ 19	PC750, PC800		18 ~ 21	21 ~ 24
PW200, 220		14 ~ 17	17 ~ 20	PC1250		22 ~ 25	25 ~ 28
PC220, PC230		14 ~ 17	17 ~ 20	PC1800		24 ~ 27	27 ~ 30

Sumber: *Specification & Application Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)*

Untuk *cycle time* PC 400 yang ditunjukkan pada Tabel 4.17. ada dua kondisi yaitu: kondisi saat *swing* kurang dari 90° dan kondisi *swing* diatas 90°. Dalam kondisi *ideal* maka diambil *swing* kurang dari 90° yaitu dengan rentang 16 – 19 detik dalam 1 siklus bucket. Waktu edar atau *cycle time* (CT) *excavator* PC 400 yang diambil adalah 16 detik. Waktu *cycle time* (CT) = 16 detik ini meliputi waktu *digging*, waktu *swing loaded*, waktu *passing* dan waktu *swing empty*. Dalam penelitian ini *cycle time* tidak diobservasi karena sudah termasuk dalam data produktivitas *excavator*, atau data sekunder yang diambil dari report perusahaan. Hasil data *actual* produktivitas dibandingkan dengan nilai idealnya.

1.d. Efisiensi Kerja

Job Efficiency (efisiensi kerja) adalah faktor koreksi terhadap kondisi kerja, *operator*, *material* dan keselamatan kerja. Parameter ini telah dijelaskan di sub bab sebelumnya. Dimana data efisiensi kerja diambil dari data primer seperti terlihat pada Tabel 4.13. Data Observasi Efisiensi Kerja dan *Bucket Fill Factor*.

1.e. Swell Factor

Swell factor adalah faktor konversi *volume* tanah dari kondisi gembur ke kondisi asli atau *bank*. Seperti yang dijelaskan pada kajian pustaka bahwa setiap material yang digali atau dirusak pasti akan mengalami kondisi perubahan *volume*. Perubahan volume dikarenakan adanya penambahan atau pengurangan *volume* udara dalam tanah/batuan. Untuk *volume bucket* PC 400-7 yang ada dalam penelitian ini adalah 2,2 m³. (*volume gembur/loose*). Volume yang dimaksud adalah setara dengan 2,2 LCM.

Faktor konversi volume untuk LCM (*Loose Cubic Meter*) ke BCM (*Bank Cubic Meter*) adalah **0,72**. Angka ini diperoleh dari rata-rata konversi dari beberapa material yang ada pada Tabel 2.6 pada Bab II. Karena material yang ada di lokasi kerja site Embalut Kitadin PT RML sangat heterogen. Cara perhitungannya harus merata dari beberapa material.

Tabel 4.18. Konversi Pengembangan *Material* (LCM ke BCM)

MATERIAL	SWELL FACTOR
Tanah berpasir (<i>sand</i>)	0,9
Tanah biasa (<i>sand clay</i>)	0,8
Tanah liat (<i>clay</i>)	0,7
Tanah berkerikil (<i>gravel soil</i>)	0,85
Kerikil (<i>gravel</i>)	0,88
Kerikil besar dan padat	0,7
Pecahan batu kapur, batu pasir, cadas lunak, sirtu	0,61
Pecahan granit, basalt, cadas keras dan lainnya	0,59
Pecahan cadas (<i>broken rock</i>)	0,57
Ledakan batu cadas, kapur keras	0,56
RERATA	0,72

Sumber: *Specification & Application Handbook Komatsu Edisi 30 (2009)*

2. Perhitungan Produktivitas

Dari hasil observasi dan penelusuran parameter produktivitas ideal diperoleh data sebagai berikut:

Rumus produktivitas *Max* dapat dihitung sbb:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Ct}$$

Dimana,

$$q = KB \times K$$

KB = Kapasitas *Bucket*

$$q = 2,2 \times 0,83$$

$$= 1,826 \text{ LCM}$$

Jadi,

$$Q = \frac{1,826 \times 3600 \times 1,2}{16}$$

$$= 493,0 \text{ LCM/jam}$$

Jika LCM dijadikan BCM maka dikalikan dengan swell factor yaitu = 0,72

$$Q = 493,0 \times 0,72$$

$$= 354,96$$

$$= 355 \text{ BCM/jam}$$

Jadi produktivitas ideal untuk kondisi di Tambang Embalut Kitadin PT. RML adalah sebesar 355 BCM/jam

Tabel 4.19. Hasil Observasi dan Penentuan Parameter Produktivitas

Parameter	Simbol	Satuan	Nilai
Kapasitas Bucket	q	LCM	2,2
<i>Fill Factor</i>	K	%	0,83
<i>Cycle time</i>	Ct	detik	16,0
Efisiensi Kerja	E	%	1,2
<i>Swell Factor</i>	Sf	Konstanta	0,72
	Q	BCM/jam	355

Sumber: *Handbook* Komatsu Edisi 30 2009 dan Observasi

3. Hasil Perhitungan *Quality*

Sesuai dengan hasil perhitungan data, observasi dan pengolahan data untuk parameter *Quality* maka berikut contoh perhitungan *Quality* waktu 1 hari.

Contoh perhitungan:

Data yang diketahui:

Unit : Excavator PC 400-7 C/N EX 429

Tanggal : 8 April 2016

Prod'ty actual : 223 BCM/jam

Prod'ty ideal : 355 BCM/jam

Efisiensi kerja : 0,75

Fill Factor : 0,9

Maka nilai *Quality* dalam hal ini adalah *productivity index* adalah :

$$Productivity\ Index = \frac{Actual\ Productivity}{Max.Prodty \times Eff \times Fill\ Fact} \times 100\%$$

$$Productivity\ Index = \frac{223}{355 \times 0,83 \times 0,9} \times 100\%$$

$$= 93,1\%$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama maka diperoleh Tabel 4.20.

Tabel 4.20. Data Hasil Perhitungan *Quality Rate*

Minggu	EX 424		EX 425		EX 429	
	Actual Prod'ty	Prod'ty Index	Actual Prod'ty	Prod'ty Index	Actual Prod'ty	Prod'ty Index
Week I	204,30	85,3%	191,83	80,4%	195,00	80,1%
Week II	190,81	80,1%	184,45	76,7%	215,83	91,9%
Week III	173,69	75,9%			199,67	82,0%
Week IV	195,41	80,2%	193,91	89,1%	201,88	85,3%
Week V	199,50	84,6%	240,44	100,3%	172,31	73,9%
Rerata	192,74	81,2%	202,66	86,6%	196,94	82,7%
Minggu	EX 430		EX 431		EX 432	
	Actual Prod'ty	Prod'ty Index	Actual Prod'ty	Prod'ty Index	Actual Prod'ty	Prod'ty Index
Week I	221,58	98,7%	218,74	93,1%	203,54	87,7%
Week II	210,94	90,7%	224,16	93,5%	192,48	81,9%
Week III	198,16	84,4%	205,72	87,5%	209,47	83,6%
Week IV	219,81	95,7%	201,02	87,8%	182,38	73,9%
Week V	216,36	86,6%	216,51	92,4%	195,38	85,3%
Rerata	213,37	91,2%	213,23	90,9%	196,65	82,5%

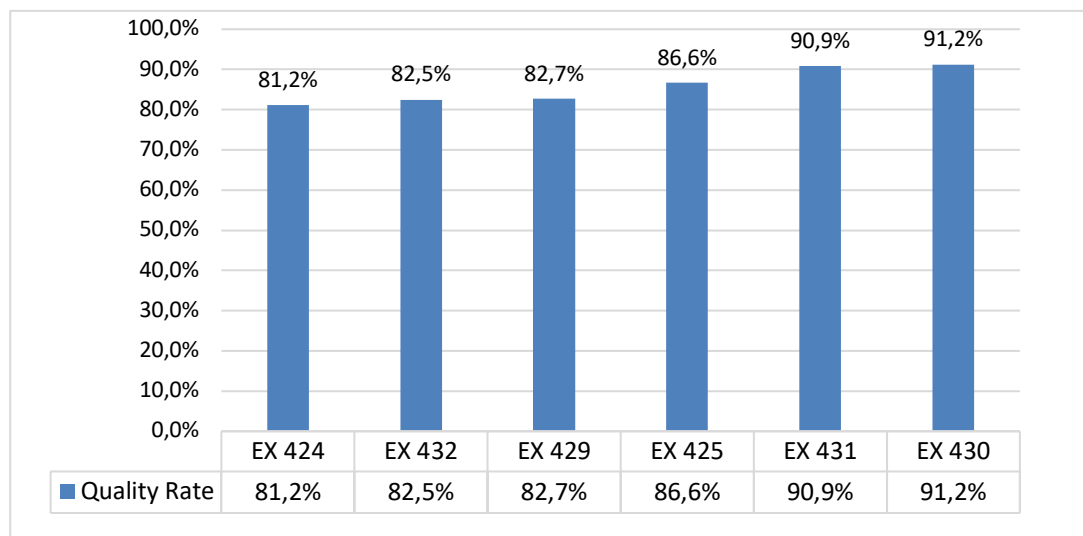
Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Tabel 4.21. Hasil Rata-rata Pencapaian *Prod'ty Index*

Kode Unit	EX 424	EX 432	EX 429	EX 425	EX 431	EX 430	Rata-rata
Productivity	192,74	196,65	196,94	202,66	213,23	213,37	202,60
Prod'ty Index	81,2%	82,5%	82,7%	86,6%	90,9%	91,2%	85,8%

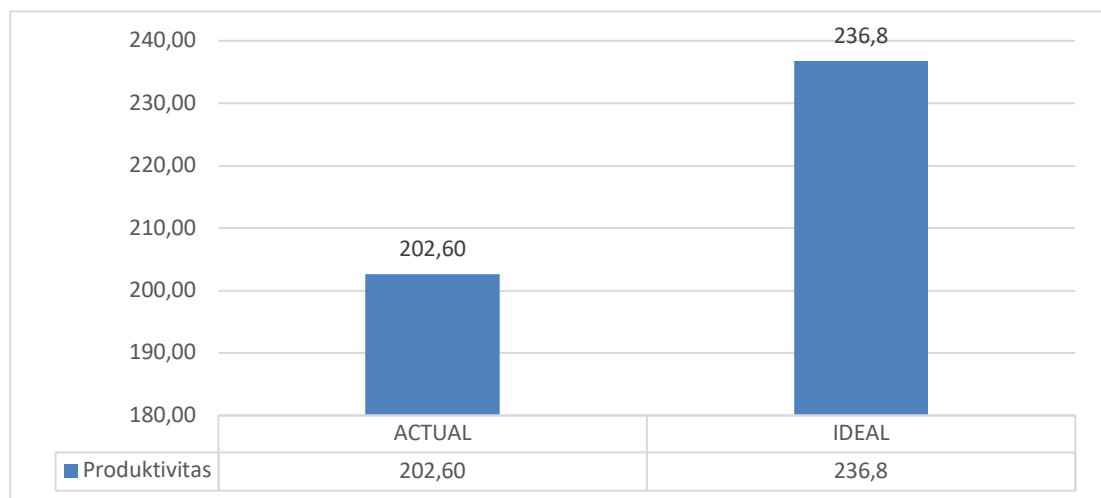
Sumber: Data Olahan *Excel Productivity* (2016)

$$\begin{aligned}
 \text{Productivity ideal} &= \text{Maks. Prod'ty} \times \text{avg fill factor} \times \text{avg job efficiency} \\
 &= 355 \text{ bcm/h} \times 0,86 \times 0,78 \\
 &= 236,8 \text{ bcm/jam}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.7. Pencapaian Productivity Index All Excavator

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)



Gambar 4.8. Perbandingan Productivity Actual dengan Ideal

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

4.2.4. Analisis Data dan Perhitungan OEE Excavator

Seperti yang sudah dijelaskan pada Bab 2 Kajian Pustaka, bahwa OEE untuk pertambangan secara rumus dasar sama dengan perhitungan OEE untuk di manufaktur. Dari beberapa penelitian yang sudah peneliti kaji, pendekatan OEE (*overall equipment effectiveness*) untuk peralatan pertambangan dapat diformulakan sbb:

$$OEE = Availability (A) \times Performance Efficiency (P) \times Rate of Quality (Q) \quad (2.3)$$

dimana :

$$Availability (A) = \frac{Actual\ available\ time}{Total\ Time} \times 100\% \quad (2.8)$$

$$Performance (P) = \frac{Net\ production\ time}{Actual\ available\ time} \times 100\% \quad (2.9)$$

$$Quality (Q) = \frac{Valuable\ production\ time}{Net\ production\ time} \times 100\% \quad (2.10)$$

Untuk itu berikut perhitungan OEE yang sudah diperoleh datanya dari sub bab sebelumnya. Sebagai contoh perhitungan akan dijelaskan sbb:

Data-data:

Tanggal : 7 April 2016

Alat : PC 400-7 EX 430

Availability : 99,0%

Performance : 88,4%

Quality : 97,2%

Jadi nilai OEE adalah:

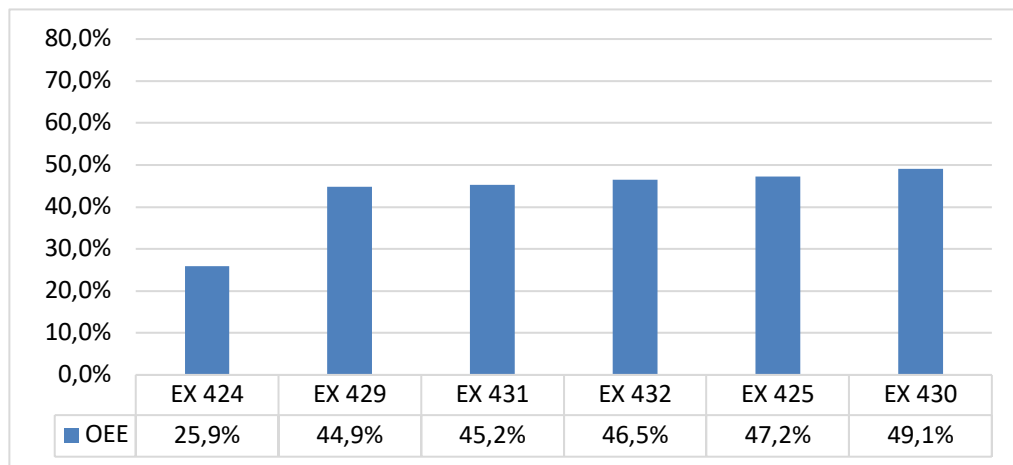
$$\begin{aligned} OEE &= 99,0\% \times 88,4\% \times 97,2\% \\ &= 81,2\% \end{aligned}$$

Jadi nilai OEE untuk tanggal 7 April 2016 EX 430 adalah 72,6 %. Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama dapat diperoleh data perhitungan OEE untuk semua alat selama 1 bulan (April 2016). Secara lengkap data perhitungan OEE dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.22. Data Perhitungan OEE All Unit Excavator Bulan April 2016

Week	EX 424 (dalam %)				EX 425 (dalam %)				EX 429 (dalam %)			
	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE
W I	99,0	18,1	85,3	15,3	79,7	41,3	80,4	26,4	89,7	36,0	80,1	21,4
W II	98,4	40,7	80,1	32,1	98,4	59,1	76,7	45,1	98,7	68,1	91,9	56,5
W III	91,8	21,4	75,9	14,9	56,1				99,3	72,8	82,0	58,9
W IV	99,0	75,1	80,2	59,6	98,8	78,8	89,1	58,0	91,2	70,9	85,3	53,8
W V	91,2	9,8	84,6	7,6	96,8	72,0	100,3	59,4	97,7	55,4	73,9	33,8
Rata2	95,9	33,0	81,2	25,9	85,9	62,8	86,6	47,2	95,3	60,6	82,7	44,9
Week	EX 430 (dalam %)				EX 431 (dalam %)				EX 432 (dalam %)			
	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE
W I	99,0	79,2	98,7	69,6	98,8	84,5	93,1	62,0	97,8	59,4	87,7	51,0
W II	95,7	60,7	91,0	47,3	74,7	62,0	93,5	37,8	73,4	49,7	81,6	28,8
W III	92,4	40,0	84,6	28,8	99,1	57,7	87,4	43,9	99,1	71,1	83,6	56,6
W IV	99,0	65,8	95,7	37,1	91,2	53,8	87,6	32,4	91,3	71,8	73,9	46,7
W V	99,1	79,6	87,0	62,7	97,9	77,5	92,4	50,2	97,9	64,3	85,1	49,3
Rata2	97,0	65,1	91,4	49,1	92,3	67,1	90,8	45,2	91,9	63,3	82,4	46,5

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)



Gambar 4.9. Nilai OEE PC 400-7 (bulan April 2016)

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

4.3. Perhitungan OEE Berdasarkan KPI Perusahaan

Setiap perusahaan mempunyai tujuan dan sasaran, keduanya dituangkan dalam bentuk *Key Performance Indikator*. Keberhasilan perusahaan dinilai dari pencapaian target KPI yang sudah disepakati. Terkait KPI, perusahaan sudah menetapkan 20 indikator project yang harus dicapai dalam 1 tahun, terutama di tahun 2016 ini. KPI yang dimaksud adalah:

1. *Overburden Removal Achievement (%)*
2. *Coal Getting Achievement (%)*
3. *Revenue (USD)*
4. *Cost of Revenue Achievement (USD)*
5. *Gross Profit Margin Achievement (%)*
6. ***Physical Availability Achievement (%)***
7. ***Productivity (bcm/jam)***
8. ***Utilization of Availability (%)***
9. *Utilization of MOHH (%)*
10. *LTI-Frequency Rate*
11. *LTI-Severity Rate*
12. *Property Damage Freq Rate*

Dalam penelitian ini parameter OEE masuk dalam indikator keberhasilan perusahaan atau KPI Perusahaan. Hanya yang membedakan adalah tidak ada indikator khusus untuk perhitungan OEE sendiri. Oleh sebab itu, penelitian ini mencoba mengukur kinerja perusahaan dengan pendekatan OEE. Parameter OEE yang ada dalam KPI perusahaan adalah:

1. *Physical Availability Achievement (%)* analog dengan Availability (A)
2. *Utilization of Availability (%)* analog dengan Performance (P)
3. *Productivity (bcm/jam)* analog dengan Quality (Q)

Khusus untuk parameter *Quality* harus dilakukan analisis perhitungan untuk mendapatkan hasilnya. *Productivity* bukan merupakan data *quality* yang langsung masuk rumus OEE, tapi harus ada pembandingnya untuk dapat mengukur tingkat *quality*-nya. Dalam mendapatkan nilai *quality* membutuhkan data tambahan seperti yang sudah dibahas pada bab-bab sebelumnya.

4.3.1. Target Availability Excavator PC 400-7

Target KPI untuk *availability* secara komposisi alat bisa berbeda-beda. Yang membedakan adalah HM unit dan kinerja alat berdasarkan historical-nya. Tetapi perusahaan sudah menetapkan secara umum semua alat dengan pendekatan pengalaman dan *break event point* maka target KPI untuk *availability* adalah **85%**.

Dengan asumsi *empiric* bahwa *downtime* yang diijinkan adalah 15%, baik *Schedule Breakdown* maupun *Unschedule breakdown*.

4.3.2. Target Performance Excavator PC 400-7

Untuk *performance* dianalogikan dengan data *Utilization of Availability*. Secara komposisi alat juga bisa berbeda-beda. Tetapi perusahaan sudah menetapkan secara umum semua alat dengan pendekatan pengalaman dan *break event point* maka target KPI untuk *Utilization of Availability* adalah **70%**.

4.3.3. Target Quality Excavator PC 400-7

Khusus untuk *quality* agak berbeda dengan data-data yang lain. Secara analogi sama dengan target KPI *Productivity*. Untuk mendapatkan target *quality* harus melakukan perhitungan sederhana agar prosentase *quality* dapat diperoleh. Target *productivity* yang sudah disepakati perusahaan adalah **240 bcm/jam**. Jadi untuk menghitung *quality* adalah:

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Loaded Payload Capacity}}{\text{Full Payload Capacity}} \times 100\%$$

Loaded payload capacity analog dengan target *productivity*, sedangkan *full payload capacity* analog dengan *productivity* ideal. Untuk mendapatkan *productivity* ideal menggunakan rumus:

Productivity Ideal = Maks. Taksiran Produksi/jam x *fill factor* x *job efficiency*

Dimana,

Fill Factor disepakati oleh perusahaan adalah 1,0

Job Efficiency disepakati oleh perusahaan 0,83

Dari perhitungan sebelumnya maks. Taksiran produksi adalah 355 bcm/jam

$$\begin{aligned} \text{Productivity ideal} &= 355 \text{ bcm/jam} \times 1,0 \times 0,83 \\ &= 295 \text{ bcm/jam} \end{aligned}$$

Jadi nilai *quality (productivity index)* dapat dihitung sbb:

$$\begin{aligned} \text{Productivity Index} &= \frac{240 \text{ bcm/jam}}{295 \text{ bcm/jam}} \times 100\% \\ &= 81,4 \% \end{aligned}$$

Jadi target *quality* menurut data-data KPI perusahaan adalah 81,4%

4.3.4. Perhitungan Target OEE Excavator PC 400-7

Setelah data-data target parameter OEE diperoreh maka berikut ini adalah perhitungan OEE berdasarkan target KPI yang sudah ditetapkan perusahaan.

Nilai parameter OEE

$$Availability = 85\%$$

$$Performance = 70\%$$

$$Quality = 81,4\%$$

Maka Nilai OEE adalah:

$$\begin{aligned} OEE &= A \times P \times Q \\ &= 85,0\% \times 70,0\% \times 81,4\% \\ &= 48,43\% \end{aligned}$$

Jadi nilai OEE target yang sudah ditetapkan oleh perusahaan didasarkan pada target pencapaian KPI adalah **48,43%**. Nilai OEE tersebut adalah diasumsikan sebagai nilai OEE untuk semua unit. Salah satunya adalah unit *excavator* PC 400-7.

Secara ringkasan atau *resume* perbandingan nilai OEE actual dengan nilai OEE target akan dibahas lebih lanjut pada Bab V.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Temuan Utama

Dalam penelitian ini tujuan yang akan dicapai adalah mengetahui pencapaian aktual nilai OEE saat ini, menghitung nilai OEE berdasarkan target-target yang ditetapkan perusahaan, menentukan langkah-langkah perbaikan untuk mencapai nilai OEE sesuai target perusahaan, melakukan perhitungan simulasi nilai OEE setelah diupayakan langkah-langkah perbaikan. Seperti yang telah dijelaskan di Bab IV bahwa sudah diketahui nilai OEE saat ini untuk alat *Excavator* PC400-7. Dan juga sudah ditetapkan juga target yang menjadi sasaran perusahaan. Dalam temuan ini akan peneliti sajikan dalam tiap-tiap parameter nilai OEE. Yaitu temuan ketidaktercapaian *availability*, *performance* dan *quality*. Secara detail peneliti akan menganalisis 1 alat yang menjadi pareto masalah.

5.1.1. Capaian OEE Saat Ini

5.1.1.1. *Availability*

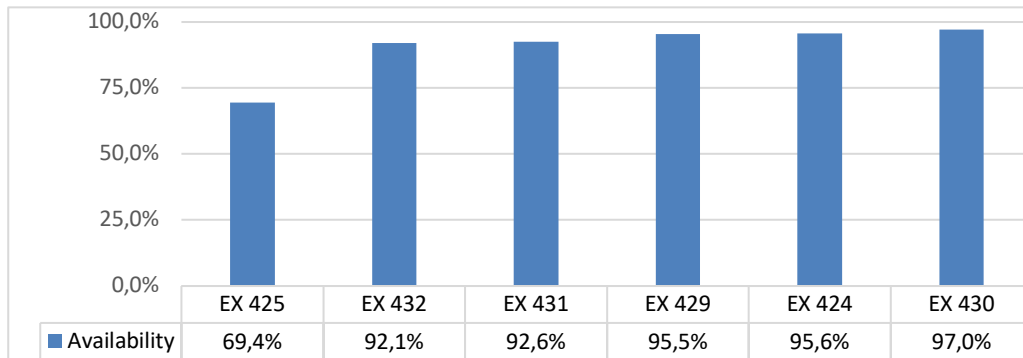
Berdasarkan pengumpulan data sekunder pada parameter *availability* diperoleh data pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. *Availability All Excavator*

Minggu	EX 424	EX 425	EX 429	EX 430	EX 431	EX 432
Week I	99,0%	79,4%	89,7%	99,0%	98,8%	97,8%
Week II	98,4%	56,2%	98,7%	95,7%	74,7%	73,4%
Week III	91,8%	16,0%	99,3%	92,4%	99,1%	99,1%
Week IV	99,0%	98,8%	91,2%	99,0%	91,2%	91,3%
Week V	89,8%	96,5%	98,7%	99,1%	99,1%	98,9%
Rerata	95,6%	69,4%	95,5%	97,0%	92,6%	92,1%

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Jika dilihat dari temuan data aktual Tabel 5.1., ada satu alat yang memiliki nilai *availability* paling rendah yaitu *excavator* EX 425. Jika digambarkan dalam bentuk diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. *Availability All Excavator PC 400-7*

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

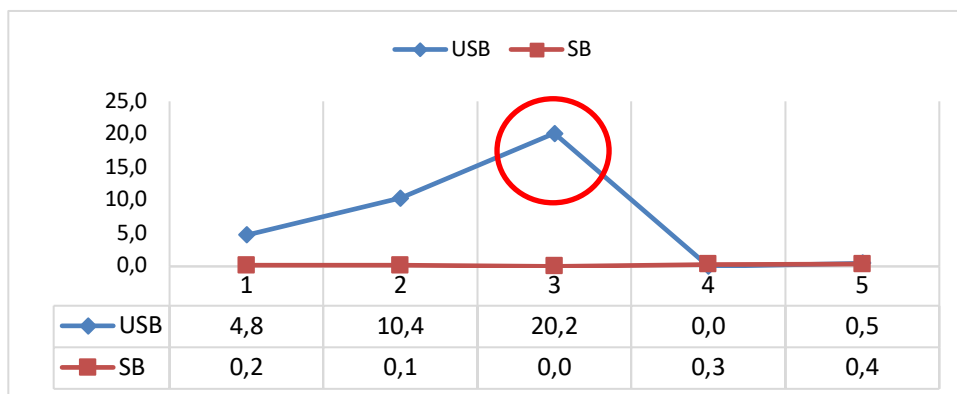
5.1.1.2. Data *Downtime* EX 425

Selain data *availability* ada data tambahan lain yang kemungkinan menjadi salah satu faktor pengaruh ketidaktercapaian *availability* PC 400 -7 EX 425. Berikut data detail yang peneliti peroleh dari data sekunder perusahaan.

Tabel 5.2. Data *Downtime* EX 425

Minggu	EX 425 (dalam jam)		
	MOHH	USB	SB
<i>Week I</i>	24,0	4,8	0,2
<i>Week II</i>	24,0	10,4	0,1
<i>Week III</i>	24,0	20,2	0,0
<i>Week IV</i>	24,0	0,0	0,3
<i>Week V</i>	24,0	0,5	0,4
<i>Average</i>	24,00	7,15	0,19

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)



Gambar 5.2. *Downtime Excavator (USB dan SB – dalam jam)*

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Pada minggu ke-2 dan ke-3 terjadi *unscheduled breakdown* yang cukup lama yaitu 10,4 jam (minggu II) dan 20,2 jam (minggu III). Dalam data detail perusahaan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. *Breakdown* Unit EX 425

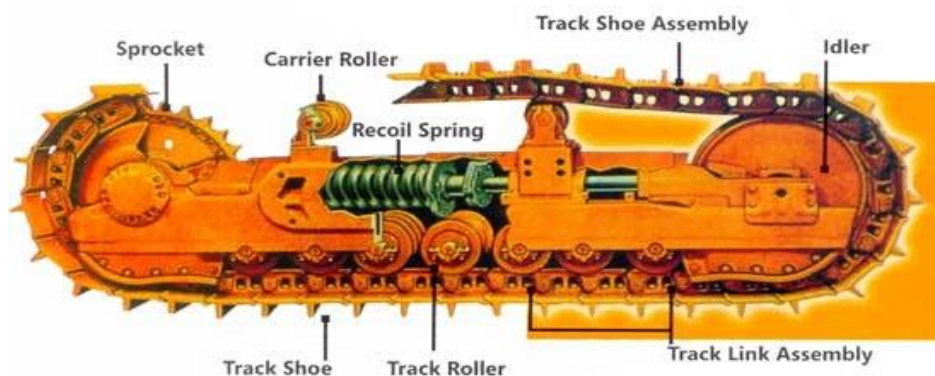
Tanggal	Kode Unit	Problem	Status	Downtime
04-Apr-16			RFU	0,00
05-Apr-16	EX425	<i>Electric Shoot (Fuse Burn)</i>	<i>Replace Fuse Lamp</i>	0,53
06-Apr-16			RFU	0,00
07-Apr-16			RFU	0,00
08-Apr-16	EX425	<i>Seal Adjuster Track RH Leak</i>	<i>Waiting Part</i>	24,00
09-Apr-16	EX425	<i>Seal Adjuster Track RH Leak</i>	<i>Waiting Part</i>	24,00
10-Apr-16	EX425	<i>Seal Adjuster Track RH Leak</i>	<i>Waiting Part</i>	24,00
Week II			Rata-rata	10,4
11-Apr-16	EX425	<i>Seal Adjuster Track RH Leak</i>	<i>Waiting Part</i>	24,00
12-Apr-16	EX425	<i>Seal Adjuster Track RH Leak</i>	<i>Waiting Part</i>	24,00
13-Apr-16	EX425	<i>Seal Adjuster Track RH Leak</i>	<i>Waiting Part</i>	24,00
14-Apr-16	EX425	<i>Seal Adjuster Track RH Leak</i>	<i>Waiting Part</i>	24,00
15-Apr-16	EX425	<i>Seal Adjuster Track RH Leak</i>	<i>Waiting Part</i>	24,00
16-Apr-16	EX425	<i>Seal Adjuster Track RH Leak (U2 6:30-20:30)</i>	<i>Reseal Adjust Track RH, Instal Idler Assy RH, Adjust Track RH</i>	21,08
17-Apr-16			RFU	0,00
Week III			Rata-rata	20,2

Sumber: Data DBR Moco Plant PT. RML (2016)

Dari data diatas indikasi bahwa ada kerusakan pada komponen *undercarriage* yaitu *track* sebelah kanan kendor. Dimana kendornya diakibatkan karena *seal adjuster track* sebelah kanan bocor. Jika dianalisis lebih lanjut kerusakan atau kebocoran *seal adjuster* banyak faktor yang mempengaruhi.

Faktor yang mempengaruhi kebocoran *seal adjuster* adalah :

1. *Adjuster track* atau *recoil spring* tidak dilindungi cover, sehingga banyak kotoran dan material menutupi *adjuster track* sehingga *jammed*
2. Terjadi benturan-benturan yang berlebihan pada *idler* sehingga menghantam ke *seal adjuster*.
3. Kurang adanya perawatan harian dari operator dan pengecekan harian dari mekanik. Umur komponen juga mempengaruhi kebocoran seal ini.



Gambar 5.3. Potongan *Adjuster Track* atau *Recoil Spring*

Sumber: Modul Pelatihan Aplikasi Alat Berat (2011)

Jika dikaitkan analisis *Six Big Losses* dapat digambarkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Analisis *Six Big Losses* Unit EX 425

<i>Six Big Losses Category</i>	<i>OEE Loss Category</i>	<i>Cause</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>
<i>Equipment Failure</i>	<i>Downtime Loss</i>	<i>Seal Adjuster Track RH leak</i>	<i>Adjuster tidak dilindungi cover</i>	Cover tidak dipasang	Mekanik tidak order cover
				Benturan berlebih pada <i>idler</i>	Operator memaksa kerja pada medan berat
				Kurang perawatan pada <i>adjuster</i>	Operator tidak P2H pada <i>adjuster</i>
<i>Setup & Adjustment</i>	<i>Downtime Loss</i>	<i>Waiting pemasangan adjuster track</i>	<i>Waitung part seal track adjuster</i>	Proses PO lama di supplier	Proses Pembayaran lambat

Sumber: Data MOCO Plant RML (2016), Data Analisis *Brainstorming* (2016)

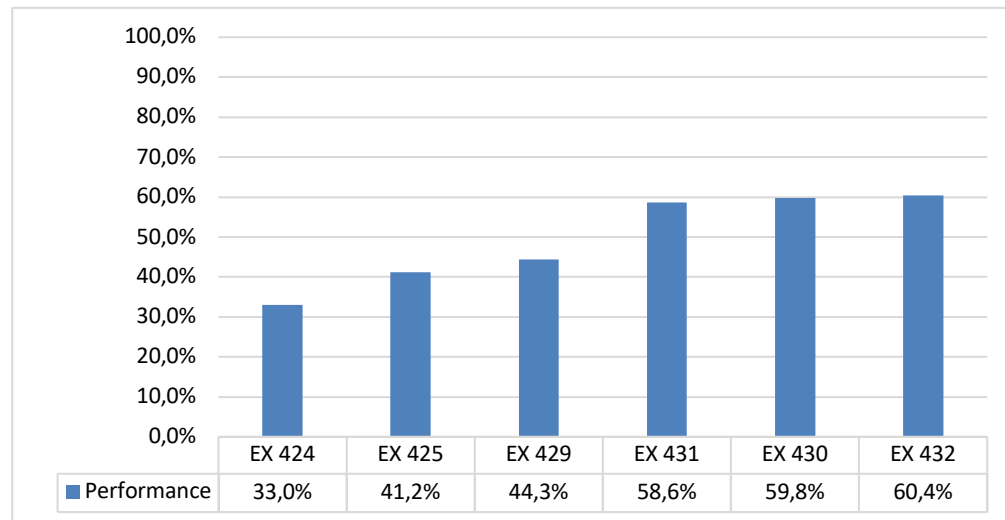
5.1.1.3. Data Performance (Utilization)

Berdasarkan pengumpulan data sekunder pada parameter *performance* diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 5.5. Data Performance All Excavator PC 400-7

Minggu	EX 424	EX 425	EX 429	EX 430	EX 431	EX 432
Week I	18,1%	41,3%	24,0%	79,2%	84,5%	59,4%
Week II	40,7%	59,1%	48,6%	60,7%	35,4%	35,5%
Week III	21,4%	0,0%	62,4%	22,9%	49,5%	71,1%
Week IV	75,1%	33,8%	40,5%	56,4%	46,1%	71,8%
Week V	9,8%	72,0%	46,2%	79,6%	77,5%	64,3%
Rerata	33,0%	41,2%	44,3%	59,8%	58,6%	60,4%

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)



Gambar 5.4. Nilai Performance All Excavator PC 400-7

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Jika dilihat dari temuan data aktual diatas, ada satu alat yang memiliki nilai *performance* paling rendah yaitu excavator EX 424. Banyak faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai *performance* alat tersebut.

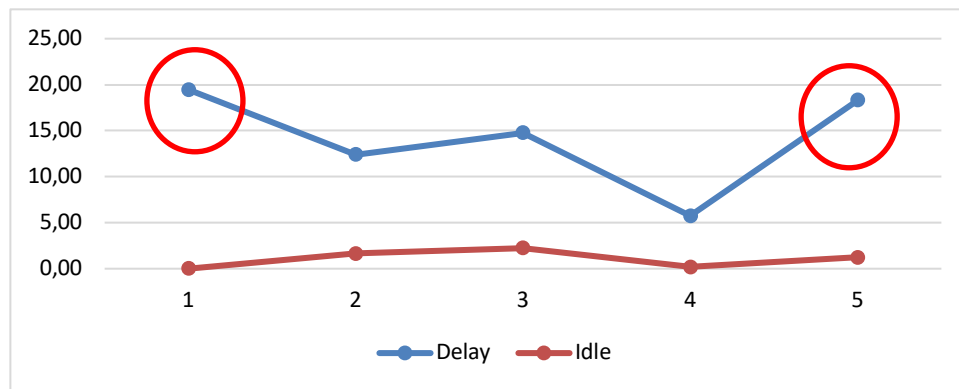
5.1.1.4. Data Loss Time EX 424

Ketidaktercapaian nilai *performance* dipengaruhi oleh waktu *stand by* alat yang terdiri dari *delay* dan *idle*. *Delay* dan *idle* adalah waktu hilang saat operasi alat berat di-*running*. Data *delay* dan *idle* pada EX 424 dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Data *Loss Time* EX 424 (April 2016)

Minggu	EX 424	
	Delay	Idle
Week I	19,46	0,00
Week II	12,41	1,65
Week III	14,75	2,23
Week IV	5,75	0,17
Week V	18,30	1,23
Rerata	14,14	1,06

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)



Gambar 5.5. Data *Delay dan Idle* EX 424 (April 2016)

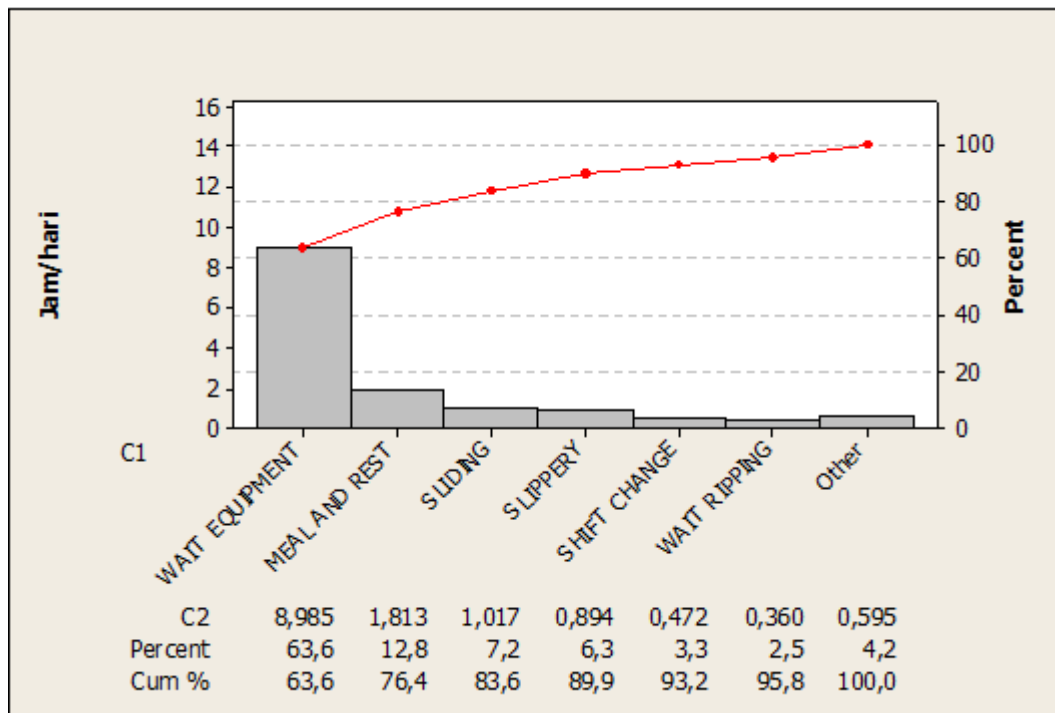
Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Tabel 5.7. Data Detail *Loss Time* EX 424 (April 2016)

MINGGU	Week I	Week II	Week III	Week IV	Week V
SHIFT CHANGE	0,50	0,50	0,43	0,47	0,46
PRE USE CHECK / P2H	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00
P5M / SAFETY TALK	0,00	0,09	0,07	0,07	0,08
MOVING EQUIPMENT	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
REPAIR FRONT	0,00	0,00	0,01	0,57	0,00
REPAIR ROAD	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00
WAIT RIPPING	0,32	1,49	0,00	0,00	0,00
WAIT EQUIPMENT	15,52	7,57	5,83	1,72	14,29
NO OPERATOR / DRIVER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WAIT OPERATOR	0,00	0,09	0,10	0,01	0,00
START LATE	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00
STOP EARLY	0,00	0,01	0,04	0,01	0,00
WAITING EXPOSE COAL	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00
SLIPPERY	0,71	0,61	1,25	0,27	1,63
MEAL AND REST	2,00	1,82	1,67	1,90	1,67
PRAYING	0,42	0,21	0,00	0,34	0,17
REFUELING & GREASING	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
LIGHTING PROBLEM	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00
SLIDING	0,00	0,00	5,09	0,00	0,00
Rata-rata	1,08	0,69	0,82	0,32	1,02

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Pada Tabel 5.7. minggu ke-1 dan ke-4 terjadi *loss time (delay)* yang cukup lama yaitu 1,08 jam per hari (pada minggu I) dan 1,02 jam/hari (pada minggu V). Begitu juga *loss time (idle)* terjadi kenaikan pada minggu ke-3 mencapai 2,23 jam. Secara detail ditunjukkan pada Tabel 5.5. yang menyatakan ada 1 *loss time* yang cukup besar pada hampir setiap minggunya. Yaitu *problem loss time “wait equipment”*. Pada minggu ke-1 dan ke-5 masing-masing 15,52 jam dan 14,29 jam. Jika dikelompokkan dalam 1 bulan *problem* terkait *loss time (delay)* dapat dibuat diagram pareto seperti pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6. Diagram Pareto Delay EX 424 (April 2016)

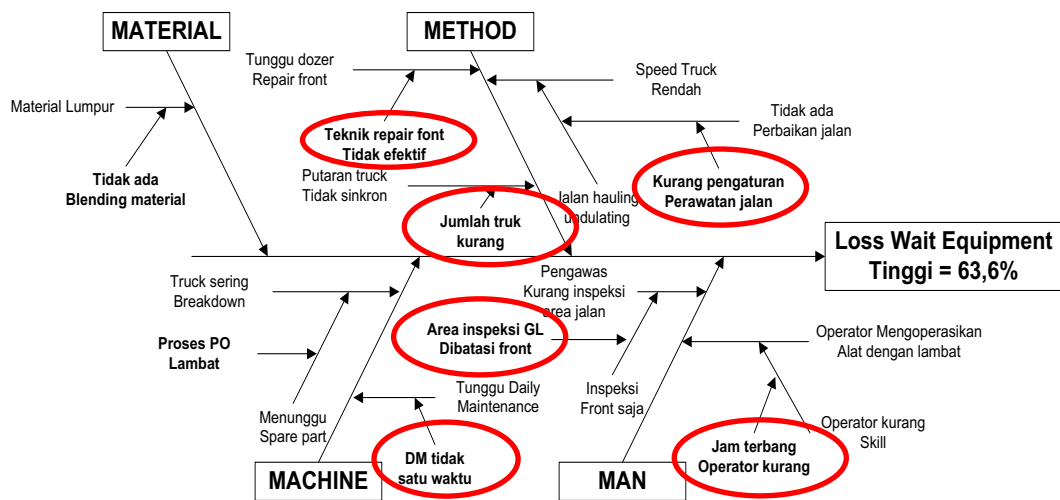
Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Dari pareto diagram ada 1 *loss time delay* yang cukup besar sekitar 63,6% dari total *problem* yaitu “*wait equipment*”. *Problem loss time delay* ini dipengaruhi oleh beberapa faktor.

Faktor yang mempengaruhi *wait equipment* adalah:

1. Menunggu alat angkut atau *Truck*, karena unit *truck* nya sering *breakdown unscheduled*
2. Menunggu *truck* karena jalan tambang *undulating* sehingga *truck* berjalan lambat

3. Menunggu *truck* karena *disposal crowded*, sehingga *truck* harus antri
4. Putaran *truck* tidak sinkron atau tidak *match*.
5. Operatornya kurang terampil sehingga *speed truck* nya kurang dari 15 km/jam secara rata-rata
6. Menunggu *truck* karena *truck* nya sedang *daily maintenance*
7. Menunggu *truck* karena pengecekan *tyre*, *greasing* dan *refueling*
8. Menunggu alat *support (dozer)* yang sedang *repair front loading*



Gambar 5.7. Fishbone Diagram (wait equipment)

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016), Data Brainstorming (2016)

Dari *diagram fishbone* Gambar 5.7. akar masalah adalah yang dilingkari. Tabel 5.8. menunjukkan 6 *problem* utama dan analisis penyebabnya.

Tabel 5.8. Analisis Penyebab *Wait Equipment* Tinggi

PROBLEM	ROOT CAUSE	WHY
MAN	Jam Terbang operator DT kurang	Belum dilakukan evaluasi efektivitas dan pasca pelatihan
	Area inpeksi GL hanya di front	Adanya pembagian wilayah kerja
	Teknik <i>repair front</i> tidak efektif	Operator masih kurang paham instruksi GL
METHOD	Jumlah truk kurang	Jarak tempuh <i>truck</i> jauh
	Kurang pengaturan perawatan jalan	Tidak dibuat jadwal perawatan jalan tiap jam
MACHINE	<i>Daily maintenance</i> tidak satu waktu (tidak bersamaan)	DM dilakukan oleh beberapa <i>crew</i> yang berbeda-beda

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

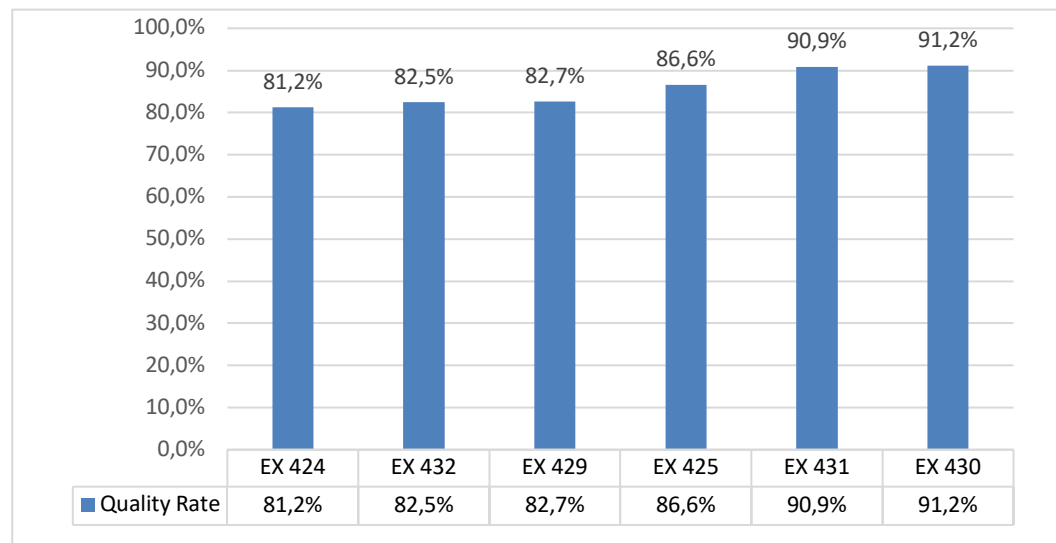
5.1.1.5. Data *Quality (Productivity Index)*

Berdasarkan pengumpulan data sekunder pada parameter *quality* diperoleh data pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Data *Quality (Productivity Index) All Excavator PC 400-7*

Minggu	Pencapaian <i>Quality (Productivity Index)</i>					
	EX 424	EX 425	EX 429	EX 430	EX 431	EX 432
<i>Week I</i>	85,3%	80,4%	80,1%	98,7%	93,1%	87,7%
<i>Week II</i>	80,1%	76,7%	91,9%	90,7%	93,5%	81,9%
<i>Week III</i>	75,9%		82,0%	84,4%	87,5%	83,6%
<i>Week IV</i>	80,2%	89,1%	85,3%	95,7%	87,8%	73,9%
<i>Week V</i>	84,6%	100,3%	73,9%	86,6%	92,4%	85,3%
Total	81,2%	86,6%	82,7%	91,2%	90,9%	82,5%

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)



Gambar 5.8. Nilai *Quality All Excavator PC 400-7*

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Jika dilihat dari temuan data aktual Gambar 5.8., ada satu alat yang memiliki nilai *Quality* paling rendah yaitu *excavator* EX 424. Banyak faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai *quality* alat tersebut.

5.1.1.6. Data *Quality (Productivity Index)* EX 424

Ketidaktercapaian nilai *quality* dipengaruhi oleh produktivitas, faktor *bucket fill* dan efisiensi kerja alat. *Bucket fill factor* dan *job efficiency* adalah faktor koreksi terkait dengan pencapaian produksi dan produktivitas saat operasi alat berat. Data ini diperoleh dari data observasi lapangan dan hasil data sekunder untuk produktivitas alat EX 424, data dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10. Data *Prod'ty* dan Faktor Koreksi EX 424 (April 2016)

Minggu	EX 424	
	<i>Actual Prod'ty</i>	<i>Productivity Index</i>
<i>Week I</i>	204,30	85,3%
<i>Week II</i>	190,81	80,1%
<i>Week III</i>	173,69	75,9%
<i>Week IV</i>	195,41	80,2%
<i>Week V</i>	199,50	84,6%
Rata-rata	192,74	81,2%

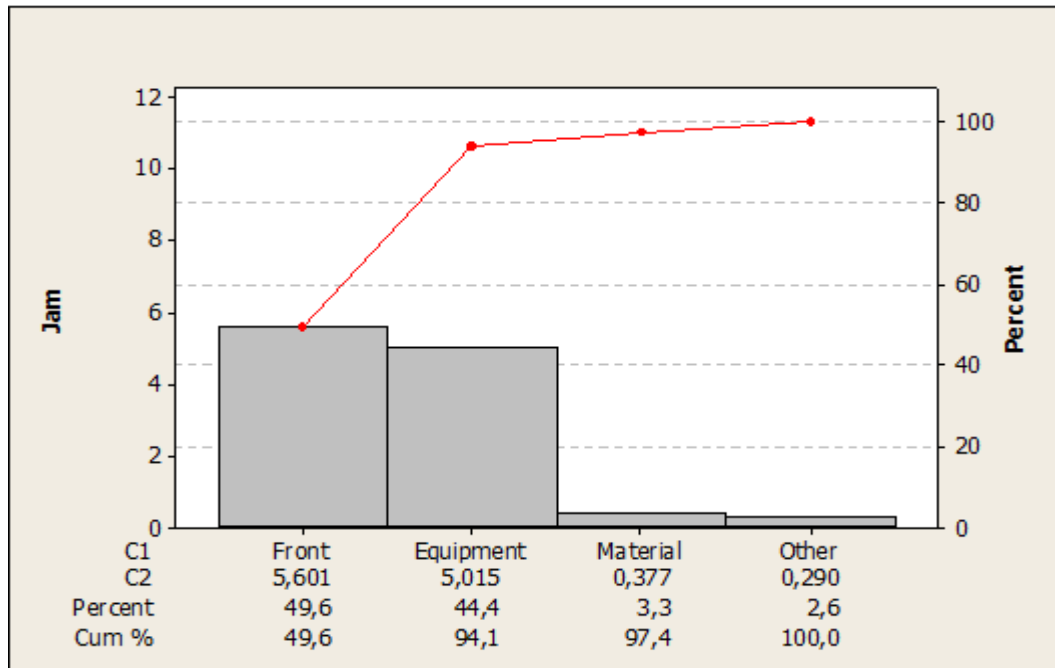
Minggu	EX 424	
	Efisiensi Kerja	Fill Factor
<i>Week I</i>	0,75	0,90
<i>Week II</i>	0,77	0,88
<i>Week III</i>	0,77	0,84
<i>Week IV</i>	0,81	0,85
<i>Week V</i>	0,83	0,80
Rata-rata	0,78	0,85

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Tabel 5.11. Problem *Productivity* EX 424

	Problem	Week	Week	Week	Week	Week	Total	Total
		1	2	3	4	5		
Front	<i>Front Undulating</i>		0,07				0,07	5,60
	<i>Front Lembek</i>			0,26			0,26	
	<i>Front Perbaikan</i>		1,10	0,67	0,72		2,49	
	<i>Front Sempit</i>		0,19	0,00	1,22		1,42	
	<i>Front Menanjak</i>		0,21		0,30		0,52	
	<i>Pindah Front</i>		0,13		0,21		0,34	
	<i>Double Bench</i>				0,40		0,40	
	<i>Ada aktivitas general</i>		0,00	0,11	0,00		0,11	
Jalan	<i>Jalan Undulating</i>		0,11				0,11	0,20
	<i>Jalan Licin</i>			0,09	0,00		0,09	
Material	<i>Mat Keras</i>		0,19				0,19	0,38
	<i>Mat Boulder / frag. besar</i>		0,19				0,19	
Equipment	<i>Change DT B/D</i>		0,33	0,06	0,41		0,80	5,01
	<i>Under Truck</i>		0,18	1,22	1,37		2,77	
	<i>Top Loading</i>				1,44		1,44	
Other	<i>Travel (moving > 0.25 jam)</i>			0,09			0,09	0,09
	Total	0,00	2,70	2,50	6,07	0,00	11,28	

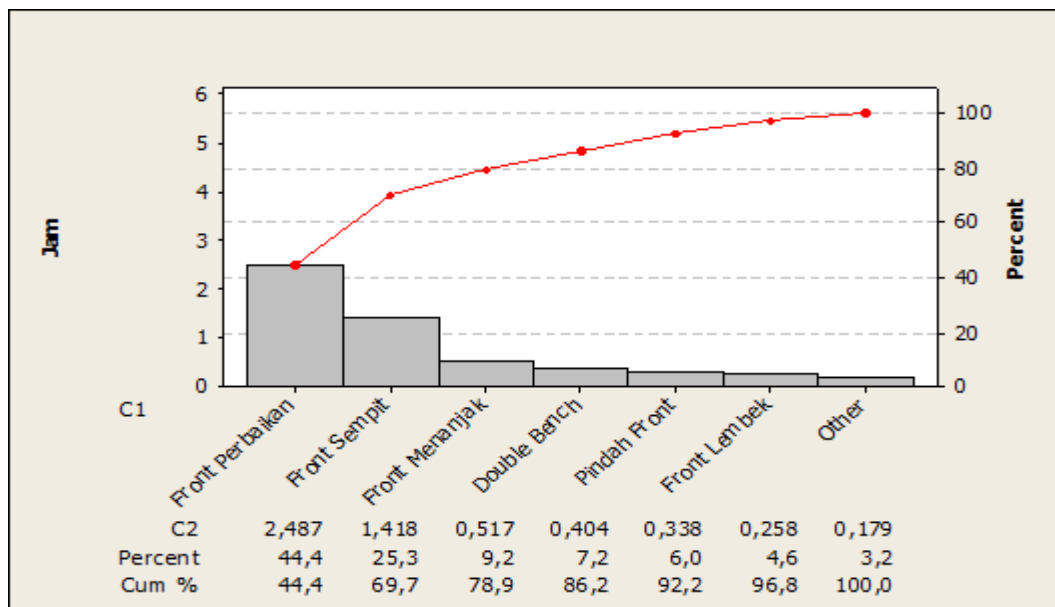
Sumber: Data MOCO PT RML (2016)



Gambar 5.9. Pareto Problem Productivity EX 424

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

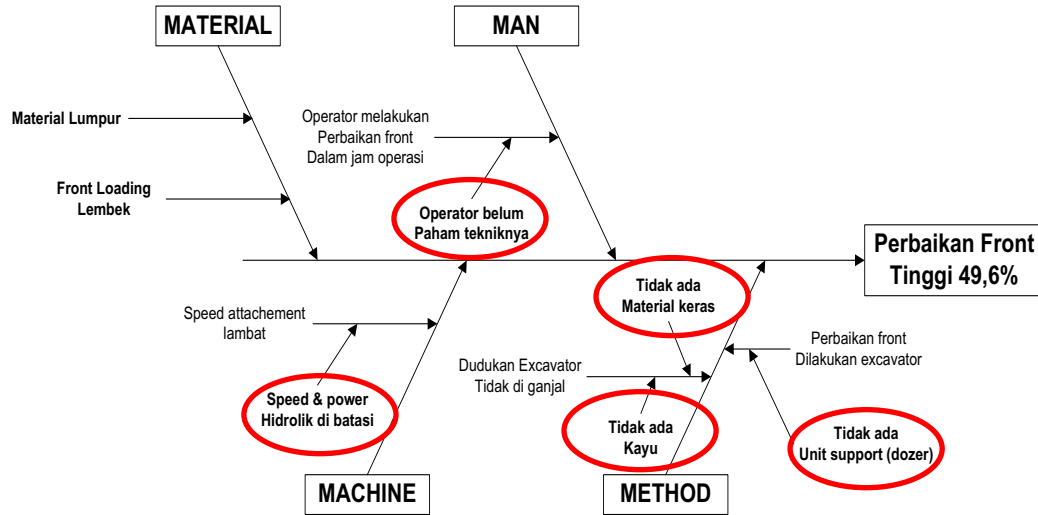
Pareto masalah pada Gambar 5.9. adalah *front loading*. *Problem front loading* menyumbang 49,6% dari semua masalah yang ada. Secara detail masalah di *front loading* dapat digambarkan pada Gamba 5.10.



Gambar 5.10. Pareto Problem Front Loading EX 424

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Banyak faktor yang mempengaruhi *problem* perbaikan *front loading* lama. Secara analisis hubungan sebab akibat dapat digambarkan pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11. Diagram *Fishbone* Perbaikan *Front Loading* EX 424

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016), Data Brainstorming (2016)

Dari analisis *diagram fishbone* pada Gambar 5.11. ada 5 akar masalah yang penyebab utama. Secara *corrective action* dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12. Analisis Penyebab Perbaikan *Front* Tinggi

PROBLEM	ROOT CAUSE	WHY
MAN	Operator belum paham tekniknya	Karena operator belajar secara otodidak
	Tidak ada material keras	Lokasi <i>front loading</i> banyak lumpur (tergenang air)
METHOD	Tidak ada kayu	Lokasi jauh dari aktivitas <i>land clearing</i>
	Tidak ada unit <i>support dozer</i>	Karena tidak ada yang mengarahkan <i>dozer</i> untuk bantu
MACHINE	<i>Speed</i> dan <i>power</i> hidrolik dibatasi	Karena untuk penghematan BBM dan <i>economic mode</i>

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

5.1.1.7. Data Summary OEE

Berdasarkan pengumpulan data sekunder pada semua parameter *availability*, *performance* dan *quality* maka diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 5.13. *Summary* Nilai OEE

Week	EX 424 (dalam %)				EX 425 (dalam %)				EX 429 (dalam %)			
	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE
W I	99,0	18,1	85,3	15,3	79,7	41,3	80,4	26,4	89,7	36,0	80,1	21,4
W II	98,4	40,7	80,1	32,1	98,4	59,1	76,7	45,1	98,7	68,1	91,9	56,5
W III	91,8	21,4	75,9	14,9	56,1				99,3	72,8	82,0	58,9
W IV	99,0	75,1	80,2	59,6	98,8	78,8	89,1	58,0	91,2	70,9	85,3	53,8
W V	91,2	9,8	84,6	7,6	96,8	72,0	100,3	59,4	97,7	55,4	73,9	33,8
Rata2	95,9	33,0	81,2	25,9	85,9	62,8	86,6	47,2	95,3	60,6	82,7	44,9
Week	EX 430 (dalam %)				EX 431 (dalam %)				EX 432 (dalam %)			
	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE
W I	99,0	79,2	98,7	69,6	98,8	84,5	93,1	62,0	97,8	59,4	87,7	51,0
W II	95,7	60,7	91,0	47,3	74,7	62,0	93,5	37,8	73,4	49,7	81,6	28,8
W III	92,4	40,0	84,6	28,8	99,1	57,7	87,4	43,9	99,1	71,1	83,6	56,6
W IV	99,0	65,8	95,7	37,1	91,2	53,8	87,6	32,4	91,3	71,8	73,9	46,7
W V	99,1	79,6	87,0	62,7	97,9	77,5	92,4	50,2	97,9	64,3	85,1	49,3
Rata2	97,0	65,1	91,4	49,1	92,3	67,1	90,8	45,2	91,9	63,3	82,4	46,5

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Jika merujuk data Tabel 5.13. terlihat bahwa PC 400-7 dengan kode EX 424 memiliki nilai OEE paling rendah yaitu **25,9 %**. Pada Gambar 5.11. terlihat bahwa *performance* menyumbang ketidaktercapaian nilai OEE paling besar.



Gambar 5.12. Nilai Dimensi OEE EX 424

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Berdasarkan pareto pada Gambar 5.11. terlihat bahwa *performance* PC 400-7 EX 424 memiliki nilai paling rendah, yaitu nilainya adalah **33,0%**. *Pareto problem* terkait *performance* EX 424 adalah *Wait Equipment*.

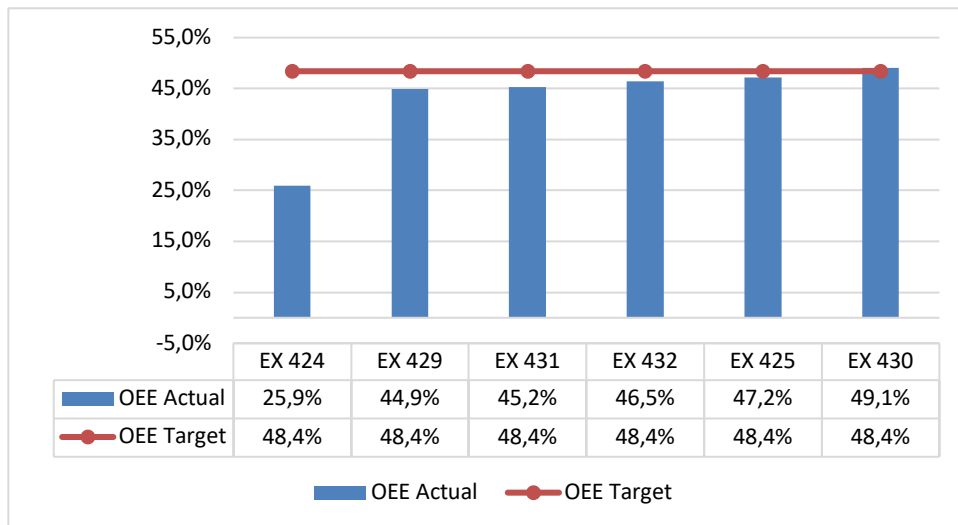
5.1.2. Perbandingan OEE Saat Ini Dengan Target

Pada Bab IV sudah dihitung nilai target OEE yang didasarkan pada parameter KPI dan target-targetnya. Tabel 5.14. menyajikan perbandingan nilai OEE target dengan aktual, disajikan dalam bentuk perbandingan data per kode unit dan juga perbandingan jika rata-rata per unit.

Tabel 5.14. Perbandingan Nilai OEE Aktual dengan Nilai OEE Target

ALAT	OEE Actual	OEE Target	Deviasi
EX 424	25,9%	48,4%	-22,5%
EX 429	44,9%	48,4%	-3,5%
EX 431	45,2%	48,4%	-3,2%
EX 432	46,5%	48,4%	-1,9%
EX 425	47,2%	48,4%	-1,2%
EX 430	49,1%	48,4%	0,7%
Rerata	43,1%	48,4%	-5,3%

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)



Gambar 5.13. Perbandingan OEE Aktual dengan OEE Target

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Jika dilihat pada Tabel 5.14. dari 6 unit excavator PC 400-7 hanya 1 unit saja yang memiliki deviasi positif. Artinya hanya satu unit yang mencapai target, yaitu PC 400-7 dengan kode unit EX 430. Lima unit excavator yang lain mengalami deviasi negatif. Artinya nilai OEE tidak tercapai sesuai target perusahaan. Jika dirata-rata untuk nilai OEE juga mengalami deviasi negatif.

5.1.3. Upaya-Upaya Perbaikan Nilai OEE

Seperti yang sudah dijelaskan pada Sub Bab 5.1.1 bahwa sudah dilakukan analisis sebab akibat terkait problem rendahnya nilai *Performance* khusus EX 424 dengan pareto *wait equipment*. Untuk memberikan ide-ide perbaikan peneliti melakukan brainstorming dengan beberapa orang yang cukup kompeten dibidangnya. Yaitu orang dari *operation, engineering, plant dan training & development*.

5.1.3.1. Metode 5W1H

Untuk membuat ide perbaikan secara *quality improvement* dapat menggunakan metode 5W (*What, Why, When, Who, Where*) dan 1 H (*How*), seperti Tabel 5.15.

Tabel 5.15. Ide-Ide Perbaikan Peningkatan *Performance* EX 424

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>How</i>
Jam Terbang operator DT kurang	Belum dilakukan evaluasi efektivitas dan pasca pelatihan	Secara kontinu tiap 3 bulan instruktur dan pengawas melakukan evaluasi pasca pelatihan dan evaluasi efektivitas pelatihan
Area inspeksi GL hanya di front	Adanya pembagian wilayah kerja	Dibuat prosedur dan instruksi kerja setiap GL melakukan inspeksi harian untuk semua area
Teknik repair front tidak efektif	Operator masih kurang paham instruksi GL	Setiap instruksi GL dengan cara memperlihatkan kondisi lokasi dan komunikasi tatap muka
Jumlah truk kurang	Jarak tempuh <i>truck</i> jauh	Koordinasi dengan Engineering untuk meminta lokasi buang pendek
Kurang pengaturan perawatan jalan	Tidak dibuat jadwal perawatan jalan tiap jam	Tiap jam dibuat jadwal grader merawat jalan hauling
Daily maintenance tidak satu waktu (tidak bersamaan)	DM dilakukan oleh beberapa <i>crew</i> yang berbeda-beda	DM dilakukan pada satu waktu dan pekerjaan <i>parallel</i> dilakukan.

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

5.1.3.2. Metode SMED

Metode SMED dapat diterapkan juga di industri tambang batubara. Seperti pada kasus *performance* EX 424 dimana ada beberapa *loss time* yang terjadi. Sedangkan untuk menjalankan Metode SMED ada beberapa langkah yang harus dilakukan:

1. Pisahkan antara operasi *setup* internal dan eksternal
2. Ubah *setup* internal menjadi eksternal
3. Standardisasikan fungsi
4. Gunakan *functional clamps* atau eliminasi *fasteners* secara bersamaan
5. Lakukan operasi-operasi yang *parallel*
6. Mekanisasi atau Motorisasi

Langkah pertama, pisahkan operasi *internal* dan *external* seperti Tabel 5.16.

Tabel 5.16. Rata-rata *Loss Time Delay* EX 424

<i>Loss Time Delay</i>	Rata-rata (jam /hari)	Aktivitas	Ubah Aktivitas
<i>WAIT EQUIPMENT</i>	8,99	<i>External</i>	
<i>MEAL AND REST</i>	1,81	<i>Internal</i>	
<i>SLIDING</i>	1,02	<i>External</i>	
<i>SLIPPERY</i>	0,89	<i>Internal</i>	
<i>SHIFT CHANGE</i>	0,47	<i>Internal</i>	<i>External</i>
<i>WAIT RIPPING</i>	0,36	<i>External</i>	
<i>PRAYING</i>	0,23	<i>Internal</i>	
<i>REPAIR FRONT</i>	0,12	<i>External</i>	
<i>P5M / SAFETY TALK</i>	0,06	<i>Internal</i>	<i>External</i>
<i>WAITING EXPOSE COAL</i>	0,05	<i>External</i>	
<i>WAIT OPERATOR</i>	0,04	<i>Internal</i>	
<i>LIGHTING PROBLEM</i>	0,03	<i>External</i>	
<i>REPAIR ROAD</i>	0,03	<i>External</i>	
<i>START LATE</i>	0,01	<i>Internal</i>	
<i>STOP EARLY</i>	0,01	<i>Internal</i>	
<i>PRE USE CHECK / P2H</i>	0,01	<i>Internal</i>	<i>External</i>
<i>MOVING EQUIPMENT</i>	0,001	<i>External</i>	
<i>REFUELING & GREASING</i>	0,001	<i>Internal</i>	
Rata-rata	0,79		

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Dari beberapa *loss time* hanya ada 3 aktifitas yang bisa dijadikan ke *external*, yaitu aktivitas *shift change*, *pre use check* dan P5M. Selanjutnya buat standarisasi fungsi dan buat rencana substitusi atau eliminasi fungsi aktifitas agar bisa lebih cepat. Secara detail dapat dibuat dalam bentuk Tabel 5.17.

Tabel 5.17. Standarisasi dan Eliminasi/*Parallel* Aktivitas EX 424

<i>Loss Time Delay</i>	Aktivitas	Ubah Aktivitas	Standar	Eliminasi / <i>Parallel</i>
<i>SHIFT CHANGE</i>	<i>Internal</i>	<i>External</i>	5 menit/ <i>shift</i>	<i>Parallel</i>
<i>PRE USE CHECK / P2H</i>	<i>Internal</i>	<i>External</i>	10 menit/ <i>shift</i>	<i>Parallel</i>
<i>P5M / SAFETY TALK</i>	<i>Internal</i>	<i>External</i>	5 menit/ <i>shift</i>	<i>Parallel</i>

<i>Loss Time Delay</i>	Aktivitas	Standar	Eliminasi / <i>Parallel</i>
<i>MEAL AND REST</i>	<i>Internal</i>	60 menit/ <i>shift</i>	<i>Parallel</i>
<i>REFUELING & GREASING</i>	<i>Internal</i>	10 menit/ <i>shift</i>	<i>Parallel</i>
<i>PRAYING</i>	<i>Internal</i>	5 menit/ <i>shift</i>	<i>Parallel</i>

<i>Loss Time Delay</i>	Aktivitas	Standar	Eliminasi / <i>Parallel</i>
<i>WAIT EQUIPMENT</i>	<i>External</i>	0 menit/ <i>shift</i>	Eliminasi
<i>WAIT RIPPING</i>	<i>External</i>	0 menit/ <i>shift</i>	<i>Parallel</i>
<i>REPAIR FRONT</i>	<i>External</i>	0 menit/ <i>shift</i>	<i>Parallel</i>

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Dalam konsep SMED ada beberapa aktivitas dieliminasi atau dilakukan secara parallel. Kasus *loss time delay* pada Tabel 5.17. terlihat bahwa ada beberapa aktivitas yang dapat dilakukan secara parallel dan dapat juga dieliminasi. Hanya ada satu aktivitas yang dapat dilakukan eliminasi yaitu aktivitas “*wait equipment*”. Karena aktivitas ini benar-benar tidak bekerja hanya menunggu alat dan dalam keadaan engine masih *running*. Pada waktu ini dapat dilakukan pekerjaan lain yang lebih efektif, misalnya mempersiapkan stock material (*ripping dan stocking*) dan *repair front*. Pada Tabel 5.18 menunjukkan hasil SMED untuk 3 kasus aktifitas.

Tabel 5.18. Aktivitas Eliminasi/*Parallel* EX 424

<i>Loss Time Delay</i>	Aktivitas
<i>SHIFT CHANGE</i>	Perawatan Harian P5M/Instruksi kerja Pergantian operator <i>Daily Maintenance</i> <i>Greasing, Visual check</i>
<i>MEAL & REST</i>	<i>Refueling</i> <i>Praying</i> <i>Meal</i>
<i>STOCKING MATERIAL</i>	<i>Ripping Material</i> <i>Stocking Material</i> <i>Repair front</i>

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

5.1.3.3. Metode Penerapan TPM

Untuk ide perbaikan dari sisi penerapan TPM adalah terkait ide perbaikan pelaksanaan *daily maintenance* dan pelaksanaan *autonomous maintenance*. Dimana *autonomous Maintenance* adalah proses dimana *operator* peralatan menerima dan berbagi tanggung jawab (dengan *maintenance*) untuk kinerja dan kesehatan peralatan mereka (Robinson dan Ginder, 1995). Untuk penerapan *autonomous maintenance* harus pada aktivitas *overburden removal* pada alat *excavator* dilakukan dengan langkah:

1. *Training* untuk operator

Training yang dimaksud adalah tentang menyampaikan pengetahuan dasar komponen mesin dan fungsi. Dalam rangka untuk melakukan dengan benar tugas yang paling penting - membersihkan mesin, operator harus memahami tujuan pemeliharaan otonom dan bahkan mampu memberikan perbaikan dalam kehandalan peralatan.

2. Pembersihan awal dan Inspeksi

Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa kinerja mesin sepenuhnya pulih dengan mengidentifikasi dan menghilangkan semua tanda-tanda kerusakan.

- a. Deteksi kebocoran dan pelumasan
- b. Pengendalian baut yang kendur;
- c. Deteksi retak yang tidak jelas;
- d. Tingkat kontaminasi penurunan oli atau cairan lainnya;
- e. Pembersihan kabin dari oli, air, debu dan kotoran;
- f. Pembersihan mesin karena akumulasi debu, limbah;
- g. Pencegahan kebakaran di limbah dan debu terakumulasi;

3. Menghilangkan Kontaminasi dan dapat diakses Area

Pemeliharaan harus memperhitungkan kemungkinan solusi berikut:

- a. Menjaga standar kebersihan;
- b. Mencapai kebersihan berlangsung dengan menghindari kotoran
- c. Sosialisasi kebersihan selama operasi pemeriksaan dan perawatan mesin; mendorong operator untuk menjaga ketertiban;
- d. Operator harus ditunjukkan bagaimana cara untuk memudahkan inspeksi

4. Mengembangkan Standar untuk Kebersihan, Pelumas dan Inspeksi

Ada dua metode yang saling melengkapi harus diikuti:

- a. Dalam kasus mesin non-kritis, operator dapat dilatih untuk mengikuti standar umum yang telah ditetapkan
- b. Dalam kasus mesin kritis, kelompok kerja khusus, yang didedikasikan untuk metode pemeliharaan dan produksi.

Hasil akhir dari fase ini adalah standar yang ditetapkan, yang juga merupakan bukti terbaik untuk keberhasilan pelaksanaan pemeliharaan otonom

Inspeksi dan Pengawasan

- a. Memeriksa tingkat pelumasan dan kebocoran
- b. Pengencangan baut longgar;
- c. Mengidentifikasi masalah mekanis mungkin karena retak, habis pakai, dll
- d. Melakukan penyesuaian mekanik:
- e. Pengecekan ketegangan track;
- f. Mengecek *switch*, tombol dan mengecek fungsi attachment
- g. Mengecek *system* pemadam kebakaran

5. Standar Finalisasi

Langkah terakhir untuk keberhasilan pelaksanaan pemeliharaan otonom adalah untuk menyelesaikan semua standar sementara dan menetapkan proses untuk pemeliharaan otonom.

5.1.4. Nilai Simulasi Hasil *Improvement Performance EX 424*

Pareto masalah di Excavator EX 424 adalah pada nilai *performance*. Jika dilihat dari pareto masalah, “*wait equipment*” merupakan masalah yang paling dominan. Dari akar masalah tersebut ada 2 akar penyebab yang paling berpengaruh membuat problem “*wait equipment*”, yaitu jumlah *dump truck* yang tidak sesuai dan tidak adanya perawatan jalan yang *continue*. Setelah dilakukan program *improvement* ada beberapa hasil yang dapat diperoleh dari implementasi ide perbaikan ini. Dari hasil *improvement* terkait nilai *performance EX 424*, maka pada Tabel 5.19. menggambarkan hasil perbandingan nilai simulasi pada bulan April dan Mei 2016.

Tabel 5.19. Tabel Perbandingan *Improvement Loss Time* EX 424

Minggu	Bulan April 2016		Bulan Mei 2016	
	<i>Delay</i>	<i>Idle</i>	<i>Delay</i>	<i>Idle</i>
Week I	19,46	0,00	22,2	1,6
Week II	12,41	1,65	8,5	0,4
Week III	14,75	2,23	8,1	1,5
Week IV	5,75	0,17	2,3	1,7
Week V	18,30	1,23	9,1	2,0
Rata-rata	14,14	1,06	10,1	1,4

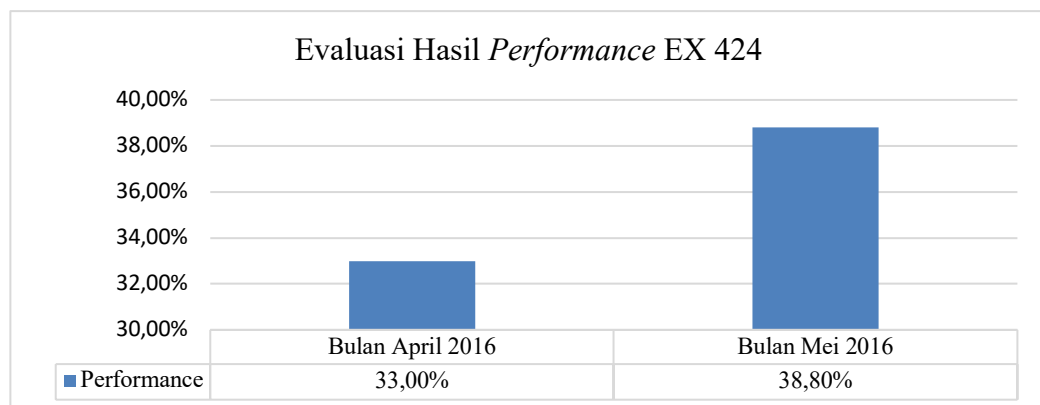
Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

Dari data Tabel 5.19., secara rata-rata terlihat ada penurunan *loss time delay* pada bulan Mei 2016. Walaupun pada minggu pertama terjadi kenaikan *loss time delay*. Hal ini terjadi karena masih dalam proses *improvement*. Khususnya untuk *wait equipment* masih terjadi sekitar 19,1 jam dalam minggu pertama. Dan secara program SMED belum dilakukan. Mulai minggu kedua langkah-langkah perbaikan mulai dilakukan sesuai dengan ide perbaikan yang direncanakan. Peningkatan nilai *performance* dari unit EX 424 terlihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20. Tabel Perbandingan *Improvement Performance* EX 424

Minggu	Bulan April 2016	Bulan Mei 2016
<i>Week I</i>	18,1%	0,0%
<i>Week II</i>	40,7%	58,1%
<i>Week III</i>	21,4%	25,6%
<i>Week IV</i>	75,1%	67,7%
<i>Week V</i>	9,8%	42,5%
Rata-rata	33,0%	38,8%

Sumber : Data MOCO ENG RML 2016



Gambar 5.14. Hasil Perbandingan *Performance* (April dan Mei 2016)

Sumber : Data MOCO ENG RML 2016

5.2. Kajian dan Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya terkait peningkatan kinerja alat berat dengan pendekatan OEE adalah sbb:

1. Pengukuran kinerja efektifitas alat berat jenis *shovel* dilakukan dengan didasarkan pada waktu kalender atau pendekatan berbasis waktu, dimana alat hasilnya adalah 42% untuk alat angkut (*truck*) dan 48% untuk alat *loading shovel* (Sermin Eelevli dan Birol Eelevli, 2010)
2. Pengukuran kinerja efektifitas alat berat jenis *shovel* menggunakan metodologi SSE (*Stochastic Shovel Effectiveness*), dimana pendekatan OEE klasik juga dipertimbangkan. SSE memperkenalkan parameter *availability, utilization dan bucket rate*. Dimana masing-masing parameter dipengaruhi oleh 4 indikator yang lain. Jadi ada 12 indikator yang mempengaruhi ketiga parameter SSE tersebut. Dari pengukuran SSE diperoleh hasil untuk *shovel electric* 42% dan *shovel* hidrolik 25%. (S.R. Dindarloo, E. Siami-Irdemoosa and S. Frimpong, 2016)
3. Pengukurun kinerja efektifitas alat *loading shovel* dan *dump truck* dengan menggunakan pendekatan OEE klasik berbasis waktu. Pengukuran berbasis waktu yang digunakan adalah mengukur kerugian waktu. Dimana kerugian tersebut dikategorikan ke dalam tiga kelompok utama: kerugian *downtime* (ketersediaan), kerugian kecepatan (kinerja) dan kerugian cacat (*quality*). Jadi hasil yang diperoleh adalah untuk shovel 75% dan 50%, sedangkan untuk dump truck bervariasi dari 49 - 56%. (M. Waqas, S. M. Tariq, M. Shahzad*,Z. Ali and S. Saqib, 2015)
4. Pengukuran kinerja dengan pendekatan OEE juga dilakukan pada tambang mineral yang dikategorikan seperti *Bucket based Excavating, Loading and Transporting (BELT - dragline, shovel, dumper) Side- Discharge-Loader (SDL), Load-Haul-Dump (LHD) dan Low-Profile-Dump-Truck (LPDT)*. Untuk alat-alat tersebut juga didasarkan pada waktu kerja atau kerugian waktu. Yang sedikit berbeda adalah dengan menambahkan faktor kerugian kualitas dengan parameter *bucket fill factor*. Indikator yang diperhitungkan adalah *availability, utilization, cycle time, bucket-fill-faktor, swell factor*, indeks produksi. (Mousa Mohammadi, Piyush Rai, Suprakash Gupta , 2015)

5. Peneliti lain mencoba untuk melakukan optimalisasi efisiensi keseluruhan peralatan (OEE) untuk alat *loader* dan *rigid truck* pada pekerjaan *Stripping*. Metode yang didasarkan kerugian waktu siklus untuk *availability* dan *performance* sedangkan untuk *quality loss* menggunakan *loss payload capacity*. Hasil analisis mengungkapkan bahwa OEE diperkirakan untuk operasi truk adalah 63,12% sedangkan *loader* adalah 24,4%. *Availability* untuk truck adalah 60,67% sedangkan *loader* adalah 43.30% dari standarnya 90%. Sedangkan perkiraan *performance* untuk truk adalah 94,58% sedangkan *loader* adalah 59,94% dari standarnya 90% dan estimasi kualitas untuk truk 110% sedangkan *loader* adalah 94% dari standarnya 95%. (Akande, Lawal, Aladejare, Adeyemi Emman, 2013)
6. Peneliti yang lain memperkenalkan pengukuran efektifitas alat tambang dengan modifikasi formula klasik OEE dengan model khusus yang disebut MPi (*Mine Production Index*). Indikator MPi adalah *availability*, *production performance* dan *utilization*. Hasil MPi alat jenis *shovel* adalah 40% – 50% untuk jenis *electric* dan nilai MPi 50% – 55% untuk hidrolik. (Amol Lanke, Hadi Hoseinie, Behzad Ghodrati, 2014).

Peneliti saat ini (2016), dengan melakukan pendekatan OEE klasik untuk mengukur efektifitas alat tambang agak sedikit berbeda dengan enam peneliti terdahulu yang sudah dibahas. Peneliti saat ini didasarkan pada waktu kerja dan hasil kerja dalam satuan waktu khusus untuk alat *loader* jenis *backhoe*, sedangkan peneliti lain rata-rata jenis *shovel*. Dimana indikator OEE modifikasi adalah *physical availability*, *utilization of availability* dan *productivity index*. Hal yang membedakan adalah pada *productivity index* dengan pendekatan efisiensi kerja dan *bucket fill factor*. Hasil OEE yang diperoleh adalah bervariasi antara 26% - 49%. Dalam penelitian 6 unit *loader backhoe* diperoleh nilai tiap indikatornya adalah ; nilai *physical availability* 90% - 96%, *utilization of availability* adalah 33% - 60,4% dan *productivity index* mencapai 81% - 91,4%. Dalam penelitian saat ini ada upaya perbaikan dinilai *performance* atau *utilization* naik dari 33% menjadi 39%. Berikut ini adalah perbandingan penelitian sebelumnya dengan peneliti saat ini, seperti terlihat pada Tabel 5.21.

Tabel 5.21. Perbandingan Penelitian Sebelumnya

No	Nama Peneliti	Metode	Tujuan	Hasil Penelitian	Kelemahan	Keuntungan
1	Alkande et al (2013)	OEE	Pengukuran OEE dengan pendekatan cycle time & payload	Hasil analisis OEE untuk truck adalah 63,12% & loader adalah 24,4%	Terlalu banyak data, karena tiap detik harus dicontrol	Lebih akurat dalam hal ukuran performance
2	Dindarlo et al (2016)	OEE	Pengukuran OEE dengan pendekatan SSE	Metode SSE memungkinkan di aplikasikan pada open pit untuk mengganti OOE asli	Indikator sangat kompleks dan bisa overlap	Antar dimensi bisa di hubungkan sebagai sebab akibat
3	Elevi (2010)	OEE	Pengukuran OEE dengan pendekatan fill factor	Nilai acuan OEE tambang untuk shovel 77%, dengan hasilnya adalah 42% untuk alat angkut (truck) dan 48% untuk alat loading shovel	Fill factor tidak di ukur secara detail	Pengukuran fill factor sangat mewakili kualitas kerja
4	Lanke et al (2014)	MPI	Pengukuran OEE dari sisi efisiensi produksi	MPI memberikan efektifitas dan dapat memprediksi elemen, sehingga harus difokuskan untuk peningkatan produktivitas	Pengukuran fill factor bisa terjadi subyektivitas	Pendekatan untuk quality loss dengan faktor pengisian bucket sangat mewakili
5	Mohammadi et al (2015)	OEE, Production Index	Pengukuran OEE dari sisi <i>Index production</i>	Menghasilkan pendekatan OEE = AXPxPI dengan nilai 31 – 77%	Index produksi cukup kompleks dengan adanya data cycle time	Pendekatan untuk quality loss dengan faktor pengisian bucket sangat mewakili
6	Paraszczak (2005)	OEE, Production Index	Mengukur KPI dengan pendekatan OEE	Pengukuran OEE tidak universal dan menawarkan parameter lain dengan production efficiency	Pengukuran efisiensi produksi kurang umum di tambang	Lebih mudah dalam pengukuran dan pengambilan data
7	Sharkhel & Dey (2015)	Utilisasi Avaability	Meningkatkan utilisasi alat Side Discharge Loader	Avaability naik menjadi 82,32% dan utilisasi naik menjadi 72,43%	tidak ada pengukuran quality	Pengukuran kinerja lebih mudah karena mengacu pada waktu kalender
8	Waqas et al (2015)	OEE	Pengukuran OEE dari sisi loss production	Nilai-nilai OEE untuk shovel 75% dan 50%, dan untuk truck 49% dan 56%	Penetapan Produksi ideal akan sulit di capai	Pendekatan untuk quality loss dengan loss production sangat mewakili
9	Penelitian saat ini 2016	OEE	Peningkatan kinerja dengan pendekatan OEE berbasis Productivity dan Avaability	Nilai OEE 49% untuk alat excavator jenis backhoe dan nilai utilisasi menjadi 60,4%	Pengukuran untuk productivity index masih bersifat manual dan bisa subjective	Secara kualitas productivity sangat mewakili indikator defect product

Sumber: Data Olahan *Excel* Peneliti Terdahulu (2016)

5.3. Implikasi Industri

5.3.1. Implementasi & Hasil Ide-ide Perbaikan

Dalam implementasi perbaikan tidak permasalahan diselesaikan, hanya beberapa masalah yang pareto dan paling dominan. Ide perbaikan yang dilakukan hanya dikhususkan juga pada dua alat yaitu alat dengan kode unit EX 424 dan EX 425. Dimana perbaikan tersebut mencakup 3 dimensi yaitu *availability*, *performance* dan *productivity index*.

Implementasi hasil ini, juga dikhususkan pada 3 metode yaitu; metode 5W1H, metode TPM, dan metode SMED. Dari ide-ide perbaikan yang sudah direncanakan berikut ini adalah langkah-langkah perbaikannya. Dan ide perbaikan dan hasil perbaikan dipaparkan dalam bentuk tabel.

1. Hasil Implementasi Metode 5W1H

Metode yang digunakan adalah teknik 5W1H, dimana metode ini mengandalkan ide-ide kreatif dari orang yang kompeten atau *expert* yang sudah berpengalaman. Ada metode brainstorming juga yang digunakan dalam pemecahan masalah ini. Implementasi ide perbaikan tergantung juga pada kondisi lapangan dan cuaca.

Hasil implementasi ide perbaikan masih bersifat progress, tidak sepenuhnya dapat dijalankan 100% seperti rencana. Hal ini memang menjadi kendala peneliti disaat akses untuk melakukan implementasi dibatasi atau dikendalikan oleh pihak lain. Tapi minimal hasil dari penelitian ini cukup mewakili dalam proses *improvement* terkait parameter *performance* atau *utilization*.

Secara detail tabel implementasi perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.22. yang mencakup implementasi perbaikan untuk dimensi *performance* atau *utilization*.

Tabel 5.22. Implementasi Perbaikan Peningkatan *Performance* EX 424

What	WHY	How	Implementai Perbaikan	Hasil Perbaikan	Status
Jam Terbang operator DT kurang	Belum dilakukan evaluasi efektivitas dan pasca pelatihan	Secara kontinu tiap 3 bulan instruktur dan pengawas melakukan evaluasi pasca pelatihan dan evaluasi efektivitas pelatihan	Pada bulan Mei dan Juni sudah dilakukan evaluasi efektivitas dengan nilai 500 sehingga harus dilakukan refreshment Evaluasi pasca pelatihan nilai 65, dan harus dilakukan refresh	Setelah refreshment nilai EEP adalah 640, sehingga sudah cukup efektif Setelah refreshment nilai EPP adalah 75, sehingga sudah diatas nilai standar	Progress 70% Progress 60%
Area inpeksi GL hanya di front	Adanya pembagian wilayah kerja	Dibuat prosedur dan instruksi kerja setiap GL melakukan inspeksi harian untuk semua area	Instruksi kerja untuk melakukan inspeksi harian dengan form daftar periksa GL	GL setiap awal shift melakukan inspeksi ke semua area yang ada hubungan dengan area kerja mereka	progress 90%
Teknik repair front tidak efektif	Operator masih kurang paham instruksi GL	Setiap instruksi GL dengan cara memperlihatkan kondisi lokasi dan komunikasi tatap muka Operator harus menaikkan kecepatan rata-ratanya menjadi 20 km/jam	GL melakukan komunikasi tatap muka dengan operator saat memberikan instruksi. Operator dengan instruksi pengawas melakukan penambahan kecepatan khusus untuk jalur kosongan, maks 40 km/jam	Operator lebih paham maksud dan instruksi GL Cycle time DT menjadi lebih cepat dari 14 menit menjadi 12 menit per siklus	100% 100%
Kurang pengaturan perawatan jalan	Tidak dibuat jadwal perawatan jalan tiap jam DM dilakukan oleh beberapa crew yang berbeda-beda	Tiap jam dibuat jadwal grader merawat jalan hauling DM dilakukan pada satu waktu dan pekerjaan parallel dilakukan.	Membuat kesepakatan antara GL Prod daengan GL Pit Service, agar setiap jam grader harus melakukan perawatan di jalan hauling tambang. Melakukan pekerjaan greasing, refueling, cek undercarriage, cek backlog, cek hasil P2H operator	Jalan yang rusak atau undulating lebih terkendali sehingga jalan menjadi bagus Waktu DM lebih cepat, karena beberapa pekerjaan dilakukan paralel dengan team yang lebih banyak	100% Progress 80%
Daily maintenance tidak satu waktu (tidak bersamaan)		Melakukan autonomous maintenance yang dilakukan oleh operator	Operator mau melakukan pekerjaan autonomous maintenance seperti greasing, mengencangkan baut yang kendor, melakukan tes fungsi attachment, pembersihan undercarriage	Unit lebih terawat, bersih dan berpengaruh pada availability Alat dari 95,9% menjadi 96,6% dan MTBF dari 56 jam menjadi 107,5 jam	Progress 75%

Sumber: Data Olahan *Excel* Implementasi Perbaikan (2016)

2. Hasil Implementasi Metode SMED

Sesuai dengan penerapan metode SMED untuk kasus *loss time delay* berdampak pada bulan berikutnya yaitu pada bulan Mei 2016. Tabel perbandingan penerapan metode SMED dapat digambarkan pada Tabel 5.23.

Tabel 5.23. Perbandingan *Improvement* SMED EX 424

BULAN MEI 2016		BULAN APRIL 2016	
<i>LOSS TIME</i>	JAM/SHIFT	<i>LOSS TIME</i>	JAM/SHIFT
<i>STOCKING MATERIAL</i>	6,321	<i>WAIT EQUIPMENT</i>	8,985
		<i>REPAIR FRONT</i>	0,116
		<i>WAIT RIPPING</i>	0,360
			9,462
<i>SHIFT CHANGE</i>	0,405	<i>SHIFT CHANGE</i>	0,472
		<i>P5M / SAFETY TALK</i>	0,063
		<i>PRE USE CHECK / P2H</i>	0,011
			0,546
<i>MEAL AND REST</i>	1,369	<i>MEAL AND REST</i>	1,813
		<i>PRAYING</i>	0,228
		<i>REFUELING & GREASING</i>	0,002
			2,043
JUMLAH	8,095	JUMLAH	12,05

Sumber: Data MOCO EMB RML 2016

Jika dilihat dari data diatas ada penurunan nilai *loss time delay* dari 12,05 jam/shift menjadi 8,095 jam/shift. Artinya secara prosentase terjadi penurunan **32,8%**.

3. Hasil Implementasi Penerapan TPM

Dalam rencana ide perbaikan ada aktivitas *daily maintenance*, dimana ada 2 aktivitas yang menjadi fokus, yaitu *daily maintenance* yang dilakukan oleh crew mekanik dan program *autonomous maintenance* yang dilakukan oleh operator. Secara hasil implementasi disepakati antara crew mekanik dengan crew produksi untuk memilah aktivitas *daily maintenance* ini. Karena tujuan pemisahan aktivitas ini agar tidak terjadi *overlapping* aktivitas yang dilakukan oleh kedua departemen tersebut. Karena terbatasnya sumber daya maka tidak semua aktivitas *maintenance* menjadi tanggung jawab operator atau sebaliknya.

Tabel 5.24. Tanggung Jawab *Daily Maintenance*

NO		Crew Mekanik	Crew Produksi (Operator)
1	Pelumasan <i>Attachment</i>	<i>Greasing automatic</i>	<i>Greasing manual</i>
2	Kebersihan <i>Undecarriage</i>	Setiap service 250HM Pengecekan jumlah oli, kebocoran,	Setiap awal shift (10 HM)
3	Pengecekan <i>system</i> hidrolik	<i>power</i> hidrolik, pengisian jika kurang	Pengecekan <i>level</i> oli dan kebocoran
4	Pemeriksaan oli	Pemeriksaan oli <i>engine</i> , oli PTO, oli <i>swing</i> dan tambah oli jika ada <i>level</i> nya <i>Low</i>	Pemeriksaan oli <i>engine</i> , oli PTO, oli <i>swing</i> dan segera lapor jika ada <i>level</i> nya <i>Low</i>
5	Pemeriksaan Radiator	Melakukan pemeriksaan <i>level</i> air dan tambah dengan <i>coolant</i> jika kurang	Melakukan pemeriksaan <i>level</i> air dan segera melaporkan
6	Pemeriksaan kebersihan kabin	Pastikan tidak ada tools mekanik yang tertinggal	Bersihkan kabin dari ceceran oli dan majun
7	Pemeriksaan Mesin	Periksa suara <i>engine</i> , periksa gas buang <i>engine</i> dan masukkan dalam <i>backlog</i> jika ada kelainan <i>engine</i>	Periksa suara dan gas buang <i>engine</i> , jika ada kelainan laporkan segera
8	Pemeriksaan lampu	Periksa fungsi lampu, cek <i>wiring</i> jika ada kelainan	Periksa fungsi lampu.

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

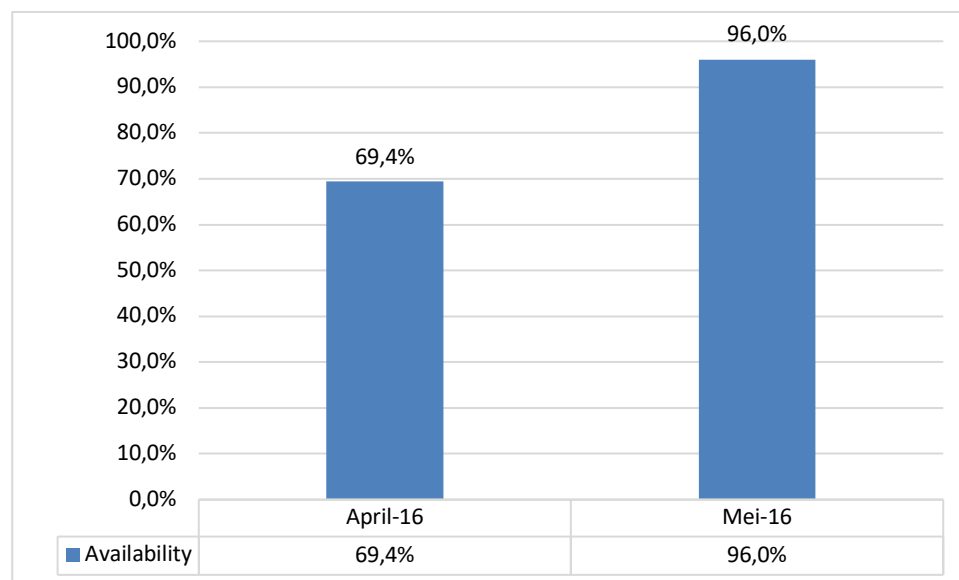
5.3.2. Perbandingan Hasil *Improvement Availability* EX 425

Pareto masalah Excavator EX 425 adalah dinilai *availability*. Jika dilihat dari pareto masalah, “*breakdown un schedule*” merupakan masalah yang paling dominan. Dari akar masalah tersebut ada 2 akar penyebab yang paling berpengaruh membuat problem “*breakdown un schedule*”, yaitu *seal adjuster leak* dan *waiting part/install*, sehingga tidak sesuai rencana. Setelah dilakukan program *improvement* dengan TPM ada beberapa hasil yang dapat diperoleh dari implementasi ide perbaikan ini. Dari hasil *improvement* terkait nilai *availability* EX 425 dapat digambarkan dalam Tabel 5.25.

Tabel 5.25. Perbandingan *Improvement Downtime* EX 425

Week	Apr-16			Mei-16		
	PA	BS	BUS	PA	BS	BUS
<i>Week 1</i>	79,4%	0,18	4,77	99,3%	0,18	0,00
<i>Week 2</i>	56,2%	0,14	10,36	89,9%	2,43	0,00
<i>Week 3</i>	16,0%	0,00	20,15	97,9%	0,22	0,29
<i>Week 4</i>	98,8%	0,29	0,00	94,3%	1,22	0,14
<i>Week 5</i>	96,5%	0,36	0,48	98,7%	0,22	0,09
Rerata	69,4%	0,19	7,15	96,0%	0,85	0,10

Sumber: Data MOCO RML 2016



Gambar 5.15. Hasil Perbandingan *Availability* (April dan Mei 2016)

Sumber: Data MOCO RML 2016

5.4. Keterbatasan Penelitian

5.4.1. Keterbatasan Implementasi Perbaikan

Dalam penelitian ini, peneliti hanya fokus melakukan *improvement* pada nilai *performance* pada unit PC 400-7 EX 424. Karena secara pareto masalahnya ada dialat tersebut dan dinilai *performance*. Implementasi ide perbaikan difokuskan pada permasalahan *performance*. Seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab diatas implementasi ide perbaikan hanya berdampak pada permasalahan *performance*. Dimana nilai *performance* sebelumnya adalah 33,0% naik menjadi 38,8% setelah *improvement*. Secara hasil memang tidak berdampak ke nilai OEE secara keseluruhan. Walaupun ada beberapa *improve* ada berdampak pada nilai *availability*.

5.4.1. Keterbatasan Data Hasil Perbaikan

Seperti yang dijelaskan diatas bahwa nilai keseluruhan OEE tidak begitu pengaruh, tetapi salah satu dimensi OEE sangat terpengaruh secara signifikan. Karena keterbatasan data hasil penelitian, berikut ini data hasil evaluasi *improvement* dengan pendekatan nilai OEE. Pada Tabel 5.26. adalah perbandingan hasil ini OEE pada bulan April 2016 dengan bulan Mei 2016.

Tabel 5.26. Perbandingan Nilai OEE Sebelum dan Setelah Perbaikan

Minggu	Bulan April 2016				Bulan Mei 2016			
	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE
<i>Week I</i>	99,0%	18,1%	85,3%	15,3%	99,2%	0,0%		0,0%
<i>Week II</i>	98,4%	40,7%	80,1%	32,1%	95,0%	58,1%	80,6%	44,5%
<i>Week III</i>	91,8%	21,4%	75,9%	14,9%	97,7%	25,6%	83,7%	20,9%
<i>Week IV</i>	99,0%	75,1%	80,2%	59,6%	96,4%	67,7%	58,4%	38,1%
<i>Week V</i>	91,2%	9,8%	84,6%	7,6%	94,6%	42,5%	80,8%	32,4%
Rata-rata	95,9%	33,0%	81,2%	25,9%	96,6%	38,8%	75,9%	28,4%

Sumber: Data MOCO RML 2016

Jika dilihat dari data diatas terjadi kenaikan nilai *availability* dari 95,9% menjadi 96,6%, terjadi kenaikan secara *prosentase* 0,7% dari sebelum perbaikan. Secara nilai *performance* juga terjadi kenaikan dari 33% menjadi 38,8% artinya naik sekitar 17,4%. Beda dengan nilai *quality*, justru mengalami penurunan dari 81,2% menjadi 75,9%, artinya turun -6,6% dari bulan sebelumnya. Hal ini terjadi karena memang untuk data *quality* peneliti tidak melakukan upaya-upaya perbaikan karena keterbatasan waktu, sumber daya dan pengambilan data di perusahaan.

Data yang tersajikan dalam bentuk perbandingan hasil sebelum dan sesudah perbaikan ini, memang terbatas pada 2 bulan saja. Karena terkendala waktu observasi, analisis dan pengumpulan data primer khususnya. Akan tetapi jika dilihat secara nilai OEE terjadi kenaikan dari 25,9% menjadi 28,4%. Secara prosentase naik sekitar 9,7% dari sebelum perbaikan. Banyak kendala dan keterbatasan dalam implementasi ide-ide perbaikan. Secara progress implementasi pada bulan Mei 2016 terkait *improvement* hanya tercapai sekitar 84% dari rencana ide perbaikan. Seperti terlihat pada Tabel 5.27.

Tabel 5.27. Progress Implementasi Ide Perbaikan

Hasil Perbaikan	Status
Setelah <i>refreshment</i> nilai EEP adalah 640, sehingga sudah cukup efektif	Progress 70%
Setelah <i>refreshment</i> nilai EPP adalah 75, sehingga sudah diatas nilai standar	Progress 60%
GL setiap awal <i>shift</i> melakukan inspeksi ke semua area yang ada hubungan dengan area kerja mereka	progress 90%
Operator lebih paham maksud dan instruksi GL	100%
<i>Cycle time</i> DT menjadi lebih cepat dari 14 menit menjadi 12 menit per siklus	100%
Jalan yang rusak atau undulating lebih terkendali sehingga jalan menjadi bagus	100%
Waktu DM lebih cepat, karena beberapa pekerjaan dilakukan paralel dengan team yang lebih banyak	Progress 80%
Unit lebih terawat, bersih dan berpengaruh pada <i>availability</i> Alat dari 95,9% menjadi 96,6% dan MTBF dari 56 jam menjadi 107,5 jam	Progress 75%
Rata-rata progress pencapaian implementasi	84 %

Sumber: Data MOCO PT. RML (2016)

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian saat ini yang dapat diambil adalah sbb:

1. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* saat ini dari 6 unit alat berat *Excavator* PC 400-7 bervariasi dari **25,9% - 49,1%**. Sedangkan dimensi OEE dipengaruhi oleh *availability*, *utilization*, *productivity index* dengan kisaran nilainya adalah: nilai *availability* 69,4% – 97%, nilai *utilization* 33% - 60,4% dan nilai *productivity index* 81,2 % - 91,2%.
2. Nilai OEE saat ini jika dibandingkan dengan nilai OEE dari target parameter perusahaan terjadi deviasi negatif untuk 5 unit *excavator* dan positif untuk 1 unit *excavator*. Nilai OEE berdasarkan parameter target perusahaan senilai **48,4%**. Nilai deviasi negatif terendah pada nilai 25,9% yaitu -22,5% dan deviasi positif daftar nilai OEE 49,1% yaitu +0,7%. Secara rata-rata deviasi masih terjadi negatif sebesar **-5,3%**.
3. Upaya-upaya untuk meningkatkan nilai OEE dilakukan dengan penerapan TPM, metode SMED dan metode pemecahan masalah 5W1H. Upaya yang dilakukan adalah:
 - Penerapan TPM: melaksanakan *autonomous maintenance* yang dilakukan operator alat berat sebelum operasi atau selama operasi
 - Penerapan SMED: merubah aktifitas internal menjadi eksternal dan lakukan pekerjaan yang bisa dieliminasi atau paralelkan
 - Penerapan 5W1H: membuat ide-ide kreatif dengan cara *brainstorming* atau menggali ide pemecahan masalah dari pengawas dan instruktur.
4. Simulasi upaya-upaya perbaikan hanya dilakukan pada satu unit *excavator* dengan kode nomor EX 424 dan pada bulan Mei 2016. Dengan hasil diperoleh adalah nilai OEE sebelumnya **25,9%** menjadi **28,4%** terjadi kenaikan **9,7%**. Kenaikan nilai OEE didongkrak oleh nilai *availability* **96,6%** dan nilai *utilization* **38,8%**.

6.2. Saran

Dalam penelitian ini peneliti memberikan saran dan masukan sbb:

1. Dalam penelitian selanjutnya dalam upaya-upaya perbaikan tidak sekedar parameter *availability* dan *performance/utilization* saja, tapi nilai *quality* atau *productivity index* dapat dianalisis problem dan rencana perbaikannya.
2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk aktivitas tambang yang saling berhubungan, misalnya aktivitas *OB Removal* dan *Hauling OB*. Kedua aktivitas ini saling terkait dan saling mempengaruhi
3. Kajian lanjutan juga bisa dilakukan ke aktivitas inti tambang yang lain yaitu aktifitas *coal getting* dan *coal transport*. Artinya melibatkan dua alat yang berbeda yaitu alat jenis *excavator* dan *dump truck*.
4. Dalam upaya-upaya perbaikan bisa menggunakan metode lain untuk peningkatan nilai OEE, misalnya metode *lean*, *six sigma* atau *performance management*

DAFTAR PUSTAKA

- Ade, M., & Deshpande, V. S. (2012). Lean manufacturing and productivity improvement in coal mining industry. *International Journal of Engineering Research and Development*, 2(10), 35-43.
- Alves, D. S., Morton, D. C., Batistella, M., Roberts, D. A., & Souza, C. (2009). The changing rates and patterns of deforestation and land use in Brazilian Amazonia. *Amazonia and global change*, 11-23.
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2007). An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 13(4), 338-352.
- Akande, J., Lawal, A. I., & Aladejare, A. E. (2013). Optimization of the overall equipment efficiency (OEE) of loaders and rigid frame trucks in NAMDEB Southern Coastal Mine Stripping fleet, Namibia. *Earth Science*, 2(6), 158-166.
- Bhadury, B. (2000). Management of productivity through TPM. *Productivity*, 41(2), 240-51.
- Castka, P., Sharp, J. M., & Bamber, C. J. (2003). Assessing teamwork development to improve organizational performance. *Measuring Business Excellence*, 7(4), 29-36.
- Chadha, R. (2014). Hoist Help. *Quality Progress*, 47(2), 34.
- Charaf, K., & Ding, H. (2015). Is Overall Equipment Effectiveness (OEE) Universally Applicable? The Case of Saint-Gobain. *International Journal of Economics and Finance*, 7(2), 241.
- Choudhary, R. (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).
- Claassen, J. O., Laurens, P. G., & Van der Westhuizen, W. A. (2013). Operating and improvement methodology effectiveness in mining. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*.
- Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement—a practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(12), 1488-1502.

- DE CASTRO, D. F. (2012). Modelo para el diagnóstico del rendimiento en el proceso de producción y la localización de las pérdidas. Utilización de la unidad de esfuerzo de producción como conocimiento básico en la aplicación global del equipo (*Doctoral dissertation*).
- Dhillon, B. S. (2008). *Mining equipment reliability, maintainability, and safety*. Springer Science & Business Media.
- Dillon, A. P., & Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. CRC Press.
- Dindarloo, S. R., Osanloo, M., & Frimpong, S. (2015). A stochastic simulation framework for truck and shovel selection and sizing in open pit mines. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 115(3), 209-219.
- Doktan, M. (2001). Impact of blast fragmentation on truck shovel fleet performance. In *17th International Mining Congress and Exhibition of Turkey* (pp. 375-379).
- Elevli, S., & Elevli, B. (2010). Performance measurement of mining equipments by utilizing OEE. *Acta Montanistica Slovaca*, 15(2), 95.
- Ercelebi, S. G., & Bascetin, A. (2009). Optimization of shovel-truck system for surface mining. *Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 109(7), 433-439.
- Huang, S. H., Dismukes, J. P., Shi, J., & Su, Q. (2002). Manufacturing system modeling for productivity improvement. *Journal of Manufacturing Systems*, 21(4), 249.
- Ireland, F., & Dale, B. G. (2001). A study of total productive maintenance implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 7(3), 183-192.
- Jeong, K. Y., & Phillips, D. T. (2001). Operational efficiency and effectiveness measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11), 1404-1416.
- Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems-the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(1), 55-78.
- Kumar, A. S. H. I. S. H. (2014). Production scheduling and mine fleet assignment using integer programming (*Doctoral dissertation*).

- Komatsu., (Dec 2009), *Specification & Application Handbook*, Edition 30th , Japan
- Komatsu, M. (1999). "What is Autonomous Maintenance." *JIPM TPM* 12: 2-7.
- Lanke, A., Hoseinie, H., & Ghodrati, B. (2014, November). Mine production index (MPI): new method to evaluate effectiveness of mining machinery. In *International conference on mining and mineral engineering (ICMME 2014)*.
- Leflar, J. (2001). *Practical TPM: successful equipment management at Agilent Technologies*. CRC Press.
- Liker, J. K. (2004). *The toyota way*. Esensi.
- Mohammadi, M., Rai, P., & Gupta, S. (2015). Performance measurement of mining equipment. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 5(7), 240-248.
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517-3535.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.(Translation). *Productivity Press, Inc*.
- Nel, S., Kizil, M. S., & Knights, P. (2011). Improving truck-shovel matching. In *35th APCOM Symposium-Application of Computers and Operations Research in the Minerals Industry, Proceedings* (pp. 381-391). Australasian Institute of Mining and Metallurgy.
- Norden, C., & Ismail, J. (2012). Defining a representative overall equipment effectiveness (OEE) measurement for underground bord and pillar coal mining. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 112(10), 845-851.
- Ojha, S. (2015). Coal Handling System-Its Performance Monitoring & Suggestive Measures for Improvements (*Doctoral dissertation*, NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ROURKELA, INDIA).
- Paraszczak, J. (2005). Understanding and assessment of mining equipment effectiveness. *Mining Technology*, 114(3), 147-151.
- Pintelon, L., Gelders, L., & Puyvelde, F. V. (1997). *Maintenance Management Leuven*. Belgium, Acco.

- Pomorski, T. R. (2004). Total productive maintenance (TPM) concepts and literature review. *Total Productive Maintenance Concepts and Literature Review April*, 30.
- Puvanasvaran, A. P., Teoh, Y. S., & Tay, C. C. (2014). Interrelationship Between Availability with Planning Factor and Mean Time Between Failures (MTBF) in Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Journal of Advanced Manufacturing Technology (JAMT)*, 6(2). 29-38.
- RML PT., (2011), *Modul Pelatihan Aplikasi Alat Berat di Pertambangan*, Edisi 1-2011, Bekasi Jawa Barat
- RML PT., (2013), *Modul New QC Leader*, Edisi 1-2013, Bekasi Jawa Barat
- Ginder, A., Robinson, A., & Robinson, C. J. (1995). *Implementing TPM: The North American Experience*. CRC Press.
- Sarkhel, S., & Dey, U. K. (2015). A critical study on availability and capacity utilization of side discharge loaders for performance assessment, *International Journal of Research in Engineering and Technology*, (04) 2319-1163.
- Scodanibbio, C. (2009). World-class TPM, how to calculate overall equipment effectiveness (OEE). Retrieved from <http://www.scodanibbio.com>.
- Schonberger, R. J. (1986). The vital elements of world-class manufacturing. *International Management*, 41(5), 76-78.
- Sharma, R. K., Kumar, D., & Kumar, P. (2006). Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis. *Industrial Management & Data Systems*, 106(2), 256-280.
- Shirose, K. (1989). Equipment effectiveness, chronic losses, and other TPM improvement concepts. *TPM Development Program—Implementing Total Productive Maintenance*, Cambridge/MA, 27-84.
- Suzuki, T. (1994). *TPM in process industries*. CRC Press.
- Tajiri, M., & Gotō, F. (1992). *TPM implementation, a Japanese approach*. McGraw-Hill Companies.
- Trovinger, S. C., & Bohn, R. E. (2005). Setup Time Reduction for Electronics Assembly: Combining Simple (SMED) and IT-Based Methods. *Production and Operations Management*, 14(2), 205-217.

- Venkatesh, V., Davis, F. D., & Morris, M. G. (2007). Dead or alive? The development, trajectory and future of technology adoption research. *Journal of the association for information systems*, 8(4), 267-286.
- Wakjira, W., & Ajit Pal Singh, M. (2012). Total productive maintenance: A case study in manufacturing industry. *Global Journal of Research In Engineering*, 12(1-G), 0975-5861.
- Waqas, M. (2013). Measuring Performance of Mining Equipments Used in Cement Industry by Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) (*Doctoral dissertation, MSc. Thesis*, Department of Mining Engineering, University of Engineering & Technology, Lahore, Pakistan).
- Wigroho, Wiros, H. & Suryadharma, H., (1993), *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Williamson, R. M. (2006). Using overall equipment effectiveness: the metric and the measures. *Strategic Work System, Inc*, 1-6.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking*, Simon and Schuster. *New York*.

LAMPIRAN 1 SPECIFIKASI EXCAVATOR PC 400-7

Item	Model	PC400-7***	PC400-7*4
Source		Japan	Japan
OPERATING WEIGHT*	kg (lb)	41400 (91,270)	41400 (91,270)
HORSEPOWER (SAE)	HP (kW)/RPM	330 (246)/1850	330 (246)/1850
BUCKET CAPACITY RANGE		1.3 ~ 2.2	1.3 ~ 2.2
(SAE)	m ³ (cu.yd)	(1.7) (2.9)	(1.7) (2.9)
PERFORMANCE:			
Swing speed	RPM	9.0	9.0
Max travel speed	km/h (MPH)	Hi 5.5 (3.4)	Hi 5.5 (3.4)
			Mi 4.4 (2.7)
		Lo 3.0 (1.9)	Lo 3.0 (1.9)
DIMENSIONS: See the page of dimensions.			
ENGINE:		KOMATSU	KOMATSU
Model		SAA6D125E	SAA6D125E
No. of cylinders-	mm	6-125 × 150	6-125 × 150
bore × stroke	(in)	(4.92 × 5.90)	(4.92 × 5.90)
Piston displacement	ltr. (cu.in)	11.04 (674)	11.04 (674)
HYDRAULIC SYSTEM:		2 × Variable	2 × Variable
Hydraulic pump		Piston	Piston
Max. oil flow	ltr. (U.S. Gal)/min.	690 (182)	690 (182)
Max. oil pressure	kg/cm ² (PSI)	380 (5400)**	380 (5400)**
Track shoe width/	mm (in)/	600 (24)/	600 (24)/
ground pressure	kg/cm ² (PSI)	0.79 (11.2)	0.79 (11.2)
CAPACITY (Refilled):			
Fuel tank	ltr. (U.S.Gal)	650 (172)	650 (172)
Hydraulic oil tank		248 (65.5)	248 (65.5)
MACHINE SPEC:			
Boom	mm (ft.in)	7060 (23'2")	7060 (23'2")
Arm	mm (ft.in)	3380 (11'1")	3380 (11'1")
Bucket (SAE)	m ³ (cu.yd)	1.90 (2.49)	1.90 (2.49)

LAMPIRAN 2 DATA AVAILABILITY

Tanggal	EX 424					EX 425				
	MOHH	AVT	USB	SB	PA	MOHH	AVT	USB	SB	PA
1	24	23,8	0	0,22	99,1%	24	9,48	14,3	0,2	39,5%
2	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,9	0	0,08	99,7%
3	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
4	24	22,5	1,23	0,25	93,8%	24	23,7	0	0,33	98,6%
5	24	23,8	0	0,17	99,3%	24	23,3	0,53	0,17	97,1%
6	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
7	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
8	24	23,8	0	0,17	99,3%	24	0	24	0	0,0%
9	24	23,7	0	0,33	98,6%	24	0	24	0	0,0%
10	24	24	0	0	100,0%	24	0	24	0	0,0%
11	24	23,8	0	0,23	99,0%	24	0	24	0	0,0%
12	24	23,8	0	0,22	99,1%	24	0	24	0	0,0%
13	24	23,9	0	0,12	99,5%	24	0	24	0	0,0%
14	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	0	24	0	0,0%
15	24	24	0	0	100,0%	24	0	24	0	0,0%
16	24	23,8	0	0,17	99,3%	24	2,92	21,1	0	12,2%
17	24	11,2	12,6	0,25	46,6%	24	24	0	0	100%
18	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
19	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
20	24	23,8	0	0,17	99,3%	24	23,8	0	0,17	99,3%
21	24	23,7	0	0,33	98,6%	24	23,8	0	0,25	99,0%
22	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,3	0	0,73	96,9%
23	24	23,8	0	0,18	99,2%	24	23,8	0	0,18	99,2%
24	24	23,8	0	0,2	99,2%	24	23,8	0	0,2	99,2%
25	24	10,7	0	13,3	44,4%	24	23,8	0	0,25	99,0%
26	24	23,8	0	0,17	99,3%	24	23	0	1,03	95,7%
27	24	23,8	0	0,17	99,3%	24	23,8	0	0,17	99,3%
28	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
29	24	23,5	0,25	0,25	97,9%	24	23,8	0	0,25	99,0%
30	24	23,8	0	0,2	99,2%	24	20,9	2,9	0,2	87,1%

LAMPIRAN 2 DATA AVAILABILITY (Lanjutan)

Tanggal	EX 429					EX 430				
	MOHH	AVT	USB	SB	PA	MOHH	AVT	USB	SB	PA
1	24	23,783	0	0,22	99,1%	24	23,8	0	0,2	99,2%
2	24	17,05	0	6,95	71,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
3	24	23,75	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
4	24	23,833	0	0,17	99,3%	24	23,8	0	0,17	99,3%
5	24	23,75	0	0,25	99,0%	24	17,9	0	6,13	74,4%
6	24	24	0	0	100,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
7	24	23,75	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
8	24	23,75	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
9	24	22,75	1	0,25	94,8%	24	23,8	0	0,25	99,0%
10	24	24	0	0	100,0%	24	24	0	0	100,0%
11	24	23,783	0	0,22	99,1%	24	23,9	0	0,15	99,4%
12	24	23,783	0	0,22	99,1%	24	23,8	0	0,25	99,0%
13	24	23,733	0	0,27	98,9%	24	23,8	0	0,25	99,0%
14	24	23,767	0	0,23	99,0%	24	12,3	0	11,7	51,4%
15	24	24	0	0	100,0%	24	24	0	0	100,0%
16	24	23,75	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
17	24	24	0	0	100,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
18	24	23,75	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
19	24	23,75	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
20	24	23,833	0	0,17	99,3%	24	23,8	0	0,17	99,3%
21	24	10,533	0	13,5	43,9%	24	23,7	0	0,33	98,6%
22	24	23,75	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
23	24	23,867	0	0,13	99,4%	24	23,8	0	0,17	99,3%
24	24	23,783	0	0,22	99,1%	24	23,8	0	0,2	99,2%
25	24	23,75	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
26	24	23,833	0	0,17	99,3%	24	23,8	0	0,17	99,3%
27	24	23,833	0	0,17	99,3%	24	23,8	0	0,17	99,3%
28	24	23,75	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
29	24	23,75	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
30	24	23,25	0,55	0,2	96,9%	24	23,8	0	0,18	99,2%

LAMPIRAN 2 DATA AVAILABILITY (Lanjutan)

Tanggal	EX 431					EX 432				
	MOHH	AVT	USB	SB	PA	MOHH	AVT	USB	SB	PA
1	24	23,6	0,07	0,33	98,3%	24	23,8	0	0,23	99,0%
2	24	23,8	0,00	0,25	99,0%	24	22,9	0,00	1,10	95,4%
3	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
4	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,7	0	0,33	98,6%
5	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,1	0	0,9	96,3%
6	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	2	0	22	8,3%
7	24	2,25	0	21,8	9,4%	24	2,92	0	21,1	12,2%
8	24	4,25	0	19,8	17,7%	24	23,8	0	0,17	99,3%
9	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
10	24	24	0	0	100,0%	24	24	0	0	100,0%
11	24	23,7	0	0,27	98,9%	24	23,8	0	0,23	99,0%
12	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,22	99,1%
13	24	23,8	0	0,23	99,0%	24	23,8	0	0,23	99,0%
14	24	23,8	0	0,23	99,0%	24	23,8	0	0,22	99,1%
15	24	24	0	0	100,0%	24	24	0	0	100,0%
16	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,6	0	0,42	98,3%
17	24	23,7	0,13	0,17	98,8%	24	23,8	0	0,25	99,0%
18	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
19	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
20	24	23,8	0	0,17	99,3%	24	23,8	0	0,17	99,3%
21	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
22	24	10,5	0	13,5	43,8%	24	23,8	0	0,17	99,3%
23	24	23,9	0	0,15	99,4%	24	23,8	0	0,17	99,3%
24	24	23,9	0	0,15	99,4%	24	10,7	0	13,4	44,4%
25	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
26	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,17	99,3%
27	24	23,8	0	0,17	99,3%	24	23,8	0	0,17	99,3%
28	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,5	0	0,48	98,0%
29	24	23,8	0	0,25	99,0%	24	23,8	0	0,25	99,0%
30	24	23,8	0	0,18	99,2%	24	23,8	0	0,2	99,2%

LAMPIRAN 3 DATA UTILIZATION

Tanggal	EX 424				EX 425			
	EWH	Delay	Idle	UA	EWH	Delay	Idle	UA
1	0,0	23,78	0	0,0%	2,5	6,983	0	26,3%
2	0,0	23,75	0	0,0%	18,8	5,117	0	78,6%
3	12,9	10,85	0	54,3%	4,5	19,25	0	18,9%
4	16,3	6,217	0	72,4%	1,1	22,57	0	4,6%
5	0,0	23,83	0	0,0%	15,6	7,7	0	67,0%
6	0,0	23,75	0	0,0%	20,0	3,75	0	84,2%
7	6,4	17,35	0	26,9%	19,1	4,65	0	80,4%
8	18,0	5,833	0	75,5%	-	-	-	-
9	16,6	3,85	3,2167	70,1%	-	-	-	-
10	9,6	6,067	8,3333	40,0%	-	-	-	-
11	13,4	10,37	0	56,4%	-	-	-	-
12	5,3	16,48	2	22,3%	-	-	-	-
13	8,1	12,95	2,8333	33,9%	-	-	-	-
14	5,0	18,25	0,5	21,1%	-	-	-	-
15	0,0	15,57	8,4333	0,0%	-	-	-	-
16	3,2	18,78	1,85	13,4%	0,0	2,5	0,42	0,0%
17	0,3	10,88	0	2,7%	0,0	19,35	4,65	0,0%
18	10,6	12,08	1,0667	44,6%	0,0	22,68	1,07	0,0%
19	17,2	6,55	0	72,4%	0,0	23,75	0	0,0%
20	17,1	6,733	0	71,7%	0,0	23,83	0	0,0%
21	19,1	4,567	0	80,7%	0,0	23,75	0	0,0%
22	20,1	3,65	0	84,6%	15,1	8,167	0	64,9%
23	19,9	3,917	0	83,6%	21,0	2,817	0	88,2%
24	20,9	2,75	0,15	87,8%	19,8	4	0	83,2%
25	1,4	9,267	0	13,1%	21,2	2,55	0	89,3%
26	0,0	23,83	0	0,0%	20,2	2,767	0	88,0%
27	0,0	22,33	1,5	0,0%	17,2	4,817	1,82	72,2%
28	0,0	23,75	0	0,0%	20,8	2,95	0	87,6%
29	10,8	6,833	5,8667	46,0%	6,8	11,08	5,87	28,6%
30	0,0	23,8	0	0,0%	13,9	7	0	66,5%

LAMPIRAN 3 DATA UTILIZATION (Lanjutan)

Tanggal	EX 429				EX 430			
	EWH	Delay	Idle	UA	EWH	Delay	Idle	UA
1	14,2	9,58	0	59,7%	16,5	7,3	0	69,3%
2	2,1	15	0	12,3%	19,2	4,55	0	80,8%
3	0,0	23,8	0	0,0%	20,8	2,95	0	87,6%
4	0,0	23,8	0	0,0%	21	2,83	0	88,1%
5	0,0	23,8	0	0,0%	1,8	16,1	0	10,1%
6	14,7	9,35	0	61,0%	9,4	14,4	0	39,6%
7	20,9	2,85	0	88,0%	21	2,75	0	88,4%
8	18,6	5,15	0	78,3%	19,9	3,85	0	83,8%
9	18,4	1,43	2,92	80,9%	18,4	2,43	2,92	77,5%
10	7,7	7,97	8,33	32,1%	9	6,67	8,33	37,5%
11	21,4	2,38	0	90,0%	9,9	14	0	41,5%
12	16,2	5,58	2	68,1%	11,1	10,7	2	46,7%
13	14,7	6,2	2,83	61,9%	8,40	12,5	2,83	35,4%
14	20,4	2,62	0,75	85,8%	4,5	7,08	0,75	36,5%
15	0,0	15,6	8,43	0,0%	0	15,6	8,43	0,0%
16	15,0	6,97	1,78	63,2%	0	21,9	1,85	0,0%
17	16,3	3,05	4,65	67,9%	0	19,3	4,5	0,0%
18	17,4	5,28	1,07	73,3%	4,3	18,4	1,07	18,1%
19	20,4	3,35	0	85,9%	0	23,8	0	0,0%
20	9,4	14,4	0	39,4%	7,3	16,5	0	30,6%
21	0,0	10,5	0	0,0%	19,5	4,17	0	82,4%
22	0,0	23,8	0	0,0%	20,5	3,25	0	86,3%
23	0,0	23,9	0	0,0%	21,2	2,63	0	89,0%
24	20,2	3,42	0,17	84,9%	21,1	2,55	0,15	88,7%
25	20,0	3,75	0	84,2%	21,2	2,55	0	89,3%
26	13,8	10	0	57,9%	21,2	2,63	0	89,0%
27	7,4	15	1,43	31,0%	18	4,5	1,33	75,5%
28	0,0	23,8	0	0,0%	21,1	2,65	0	88,8%
29	8,3	10,1	5,37	34,9%	13	4,97	5,78	54,7%
30	16,0	7,25	0	68,8%	19,1	4,72	0	80,2%

LAMPIRAN 3 DATA UTILIZATION (Lanjutan)

Tanggal	EX 431				EX 432			
	EWH	Delay	Idle	UA	EWH	Delay	Idle	UA
1	17,4	6,2	0	73,7%	17,1	6,667	0	71,9%
2	21,2	2,55	0	89,3%	20,2	2,7	0	88,2%
3	21,5	2,25	0	90,5%	4,3	19,45	0	18,1%
4	20,2	3,55	0	85,1%	0	23,67	0	0,0%
5	20,9	2,85	0	88,0%	18,5	4,6	0	80,1%
6	16,7	7,05	0	70,3%	0,6	1,4	0	30,0%
7	0,1	2,15	0	4,4%	0	2,92	0	0,0%
8	0	4,25	0	0,0%	19,1	4,733	0	80,1%
9	0	20,8	2,92	0,0%	9,7	11,08	2,97	40,8%
10	0	15,7	8,33	0,0%	4,2	11,47	8,33	17,5%
11	12,8	10,9	0	53,9%	20,9	2,867	0	87,9%
12	9,6	12,5	1,7	40,4%	16,5	5,283	2	69,4%
13	15,9	5,03	2,83	66,9%	14,5	6,433	2,83	61,0%
14	16,7	6,32	0,75	70,3%	20,2	2,833	0,75	84,9%
15	0	15,6	8,43	0,0%	10,5	5,067	8,43	43,8%
16	14	7,97	1,78	58,9%	18,9	2,95	1,73	80,1%
17	13,2	5,83	4,67	55,7%	16,8	2,3	4,65	70,7%
18	18,6	4,37	0,78	78,3%	18,2	4,75	0,8	76,6%
19	19,8	3,95	0	83,4%	20,5	3,25	0	86,3%
20	20,5	3,33	0	86,0%	18,7	5,133	0	78,5%
21	15,1	8,65	0	63,6%	20,9	2,85	0	88,0%
22	1	9,5	0	9,5%	20,3	3,533	0	85,2%
23	0,5	23,4	0	2,1%	18,7	5,133	0	78,5%
24	0	23,9	0	0,0%	1	9,65	0	9,4%
25	20,6	3,15	0	86,7%	7,4	16,35	0	31,2%
26	20,9	2,85	0	88,0%	21,2	2,633	0	89,0%
27	18,2	4,3	1,33	76,4%	11,7	10,55	1,58	49,1%
28	21	2,75	0	88,4%	20,7	2,817	0	88,0%
29	11,9	5,98	5,87	50,1%	12,6	5,367	5,78	53,1%
30	18	5,82	0	75,6%	18	5,8	0	75,6%

LAMPIRAN 4 DATA PRODUCTIVITY

Tanggal	EX 424					EX 425				
	<i>Act Prod'ty</i>	<i>Prod'ty Ideal</i>	<i>Job Eff</i>	<i>B. Fill</i>	<i>Quality</i>	<i>Act Prod'ty</i>	<i>Prod'ty Ideal</i>	<i>Job Eff</i>	<i>B. Fill</i>	<i>Quality</i>
1						178,89	355	0,75	0,85	79,0%
2						198,27	355	0,83	0,83	81,1%
3	204,30	355	0,75	0,9	85,3%	198,33	355	0,83	0,83	81,1%
4	193,25	355	0,83	0,83	79,0%	152,73	355	0,75	0,85	67,5%
5	-	-	-	-	-	191,83	355	0,83	0,85	76,6%
6	-	-	-	-	-	194,78	355	0,83	0,8	82,6%
7	172,27	355	0,75	0,85	76,1%	198,46	355	0,83	0,84	80,2%
8	194,25	355	0,75	0,9	81,1%	-	-	-	-	-
9	213,80	355	0,75	0,9	89,2%	-	-	-	-	-
10	180,47	355	0,75	0,9	75,3%	-	-	-	-	-
11	170,82	355	0,75	0,85	75,5%	-	-	-	-	-
12	190,19	355	0,83	0,8	80,7%	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	153,30	355	0,75	0,85	67,7%	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	180,47	355	0,75	0,85	79,7%	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	123,82	355	0,75	0,8	58,1%	-	-	-	-	-
19	187,41	355	0,75	0,87	80,9%	-	-	-	-	-
20	194,04	355	0,83	0,82	80,3%	-	-	-	-	-
21	204,50	355	0,83	0,85	81,7%	-	-	-	-	-
22	215,22	355	0,83	0,9	81,2%	180,79	355	0,75	0,8	84,9%
23	215,80	355	0,83	0,85	86,2%	209,50	355	0,75	0,85	92,6%
24	227,08	355	0,83	0,83	92,9%	191,44	355	0,75	0,8	89,9%
25	199,50	355	0,83	0,8	84,6%	213,96	355	0,75	0,9	89,3%
26	-	-	-	-	-	204,28	355	0,75	0,9	85,3%
27	-	-	-	-	-	220,99	355	0,75	0,9	92,2%
28	-	-	-	-	-	215,55	355	0,75	0,9	90,0%
29	-	-	-	-	-	347,43	355	0,75	0,9	145,0%
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-


LAMPIRAN 4 DATA *PRODUCTIVITY* (Lanjutan)

Tanggal	EX 429					EX 430				
	<i>Act Prod'ty</i>	<i>Prod'ty Ideal</i>	<i>Job Eff</i>	<i>B. Fill</i>	<i>Quality</i>	<i>Act Prod'ty</i>	<i>Prod'ty Ideal</i>	<i>Job Eff</i>	<i>B. Fill</i>	<i>Quality</i>
1	210,00	355	0,83	0,85	83,8%	224,64	355	0,75	0,85	99,3%
2	180,00	355	0,83	0,8	76,4%	215,47	355	0,75	0,83	97,5%
3	-	-	-	-	-	224,64	355	0,75	0,85	99,3%
4	-	-	-	-	-	214,50	355	0,75	0,85	94,8%
5	-	-	-	-	-	227,50	355	0,75	0,85	100,5%
6	230,42	355	0,75	0,9	96,2%	197,71	355	0,83	0,8	83,9%
7	239,64	355	0,75	0,95	94,7%	220,00	355	0,75	0,85	97,2%
8	222,98	355	0,75	0,9	93,1%	218,44	355	0,75	0,85	96,5%
9	202,01	355	0,75	0,85	89,3%	208,29	355	0,83	0,85	83,2%
10	184,09	355	0,75	0,8	86,4%	190,17	355	0,83	0,8	80,7%
11	206,07	355	0,83	0,85	82,3%	213,18	355	0,75	0,9	89,0%
12	199,63	355	0,83	0,8	84,7%	203,38	355	0,75	0,85	89,9%
13	204,29	355	0,83	0,85	81,6%	198,75	355	0,83	0,8	84,3%
14	201,76	355	0,83	0,8	85,6%	177,33	355	0,83	0,8	75,2%
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	191,10	355	0,83	0,83	78,1%	-	-	-	-	-
17	195,18	355	0,83	0,83	79,8%	-	-	-	-	-
18	205,17	355	0,75	0,9	85,6%	-	-	-	-	-
19	211,03	355	0,75	0,9	88,1%	-	-	-	-	-
20	178,72	355	0,75	0,85	79,0%	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	213,77	355	0,75	0,85	94,5%
22	-	-	-	-	-	232,54	355	0,75	0,9	97,0%
23	-	-	-	-	-	213,96	355	0,75	0,85	94,5%
24	212,60	355	0,75	0,9	88,7%	218,96	355	0,75	0,85	96,8%
25	212,10	355	0,75	0,9	88,5%	216,93	355	0,75	0,9	90,5%
26	187,17	355	0,75	0,85	82,7%	201,08	355	0,83	0,9	75,8%
27	224,19	355	0,75	0,9	93,6%	230,42	355	0,75	0,9	96,2%
28	-	-	-	-	-	220,95	355	0,75	0,9	92,2%
29	65,78	355	0,75	0,8	30,9%	212,42	355	0,83	0,9	80,1%
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-


LAMPIRAN 4 DATA *PRODUCTIVITY* (Lanjutan)

Tanggal	EX 431					EX 432				
	<i>Act Prod'ty</i>	<i>Prod'ty Ideal</i>	<i>Job Eff</i>	<i>B. Fill</i>	<i>Quality</i>	<i>Act Prod'ty</i>	<i>Prod'ty Ideal</i>	<i>Job Eff</i>	<i>B. Fill</i>	<i>Quality</i>
1	221,47	355	0,75	0,9	92,4%	202,02	323	0,83	0,9	83,7%
2	217,43	355	0,75	0,85	96,1%	191,29	323	0,83	0,8	89,2%
3	217,33	355	0,75	0,9	90,7%	217,33	323	0,83	0,9	90,1%
4	217,80	355	0,75	0,9	90,9%	-	-	-	-	-
5	229,59	355	0,75	0,9	95,8%	219,08	355	0,75	0,9	91,4%
6	225,09	355	0,75	0,9	93,9%	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	204,50	355	0,83	0,85	81,7%
9	-	-	-	-	-	201,34	355	0,83	0,8	85,4%
10	-	-	-	-	-	145,00	355	0,75	0,8	68,1%
11	209,18	355	0,75	0,9	87,3%	209,00	355	0,83	0,85	83,4%
12	223,13	355	0,75	0,9	93,1%	212,55	355	0,83	0,85	84,9%
13	209,34	355	0,75	0,9	87,4%	199,86	355	0,83	0,85	79,8%
14	214,40	355	0,75	0,9	89,5%	213,64	355	0,83	0,85	85,3%
15	-	-	-	-	-	210,00	355	0,83	0,85	83,8%
16	176,25	355	0,75	0,8	82,7%	215,00	355	0,83	0,85	85,8%
17	202,05	355	0,75	0,9	84,3%	206,25	355	0,83	0,85	82,4%
18	190,81	355	0,75	0,8	89,6%	203,65	355	0,83	0,85	81,3%
19	224,85	355	0,75	0,9	93,8%	209,49	355	0,83	0,85	83,6%
20	217,68	355	0,75	0,9	90,8%	217,30	355	0,83	0,85	86,8%
21	203,74	355	0,75	0,9	85,0%	192,92	355	0,83	0,8	81,8%
22	168,00	355	0,75	0,8	78,9%	206,90	355	0,83	0,85	82,6%
23	-	-	-	-	-	204,39	355	0,83	0,85	81,6%
24	-	-	-	-	-	42,00	355	0,75	0,8	19,7%
25	222,74	355	0,75	0,9	93,0%	146,15	355	0,75	0,8	68,6%
26	216,03	355	0,75	0,9	90,2%	222,38	355	0,75	0,9	92,8%
27	220,38	355	0,75	0,9	92,0%	205,51	355	0,75	0,9	85,8%
28	227,50	355	0,75	0,9	94,9%	212,03	355	0,75	0,9	88,5%
29	195,88	355	0,75	0,8	92,0%	190,83	355	0,75	0,8	89,6%
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LAMPIRAN 5 OBSERVASI *BUCKET FILL FACTOR*

	<p>PT. RIUNG MITRA LESTARI OPERATION DIVISION SITE EMBALUT</p>				
<p>FORM PENGAMATAN OPERASIONAL BUCKET FILL</p>					
LOKASI	: PIT GSB 01				
UNIT	: PC 400 EX 424				
Hari & tanggal	: Jumat, 3 April 2016				
AREA OBSERVASI	HASIL OBSERVASI	NILAI			
	NILAI	HASIL			
	K	C	B		
I. KONDISI MATERIAL					
1. Tanah liat, tanah liat, atau tanah lunak	1,1	1,15	1,2		
2. Tanah berpasir dan tanah kering	1	1,05	1,1	K	1
3. Tanah berpasir dengan kerikil	0,8	0,85	0,9		
4. Memuat batuan/material blasting/ripping	0,7	0,75	0,8		
II. MATERIAL					
1. Free Dig	1	1,05	1,1		
2. Ripping	0,8	0,85	0,9	K	0,8
3. Blasting	0,7	0,75	0,8		
III. TEKNIK PENGAMBILAN MATERIAL					
1. Pengambilan mudah	0,9	0,95	1	K	0,9
2. Pengambilan sulit	0,7	0,75	0,8		
NILAI RERATA					0,90
Keterangan :					
1,1 - 1,2 Menggali tanah alami dari tanah liat, tanah liat, atau tanah lunak					
1,0 - 1,1 Menggali tanah alami tanah seperti tanah berpasir dan tanah kering					
0,8 – 0,9 Menggali tanah alami dari tanah berpasir dengan kerikil					
0,7 – 0,8 Memuat batuan/material blasting					
Embalut, 3 April 2016					
Observer					

LAMPIRAN 5 OBSERVASI *BUCKET FILL FACTOR* (Lanjutan)

	PT. RIUNG MITRA LESTARI OPERATION DIVISION SITE EMBALUT									
FORM PENGAMATAN OPERASIONAL BUCKET FILL										
LOKASI : PIT GSB 01 UNIT : PC 400 EX 425 Hari & tanggal : Jumat, 10 April 2016										
AREA OBSERVASI	HASIL OBSERVASI	NILAI								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">NILAI</th> <th rowspan="2">HASIL</th> <th rowspan="3">NILAI</th> </tr> <tr> <th>K</th> <th>C</th> <th>B</th> </tr> </table>	NILAI			HASIL	NILAI	K	C	B	
NILAI			HASIL	NILAI						
K	C	B								
I. KONDISI MATERIAL										
1. Tanah liat, tanah liat, atau tanah lunak	1,1	1,15	1,2							
2. Tanah berpasir dan tanah kering	1	1,05	1,1	K	1					
3. Tanah berpasir dengan kerikil	0,8	0,85	0,9							
4. Memuat batuan/material blasting/ripping	0,7	0,75	0,8							
II. MATERIAL										
1. Free Dig	1	1,05	1,1							
2. Ripping	0,8	0,85	0,9	K	0,8					
3. Blasting	0,7	0,75	0,8							
III. TEKNIK PENGAMBILAN MATERIAL										
1. Pengambilan mudah	0,9	0,95	1	K	0,9					
2. Pengambilan sulit	0,7	0,75	0,8							
NILAI RERATA					0,90					


Keterangan :

- 1,1 - 1,2 Menggali tanah alami dari tanah liat, tanah liat, atau tanah lunak
- 1,0 - 1,1 Menggali tanah alami tanah seperti tanah berpasir dan tanah kering
- 0,8 - 0,9 Menggali tanah alami dari tanah berpasir dengan kerikil
- 0,7 - 0,8 Memuat batuan/material blasting


Embalut, 10 April 2016

Observer


LAMPIRAN 5 OBSERVASI *BUCKET FILL FACTOR* (Lanjutan)

	PT. RIUNG MITRA LESTARI OPERATION DIVISION SITE EMBALUT									
FORM PENGAMATAN OPERASIONAL BUCKET FILL										
LOKASI : PIT GSB 01 UNIT : PC 400 EX 429 Hari & tanggal : Senin, 18 April 2016										
AREA OBSERVASI	HASIL OBSERVASI									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2" style="width: 5%;"></th> <th colspan="3" style="text-align: center;">NILAI</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">HASIL</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">NILAI</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">K</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">B</th> </tr> </table>		NILAI			HASIL	NILAI	K	C	B
	NILAI			HASIL	NILAI					
	K	C	B							
I. KONDISI MATERIAL										
1. Tanah liat, tanah liat, atau tanah lunak	1,1 1,15 1,2									
2. Tanah berpasir dan tanah kering	1 1,05 1,1									
3. Tanah berpasir dengan kerikil	0,8 0,85 0,9 B 0,9									
4. Memuat batuan/material blasting/ripping	0,7 0,75 0,8									
II. MATERIAL										
1. Free Dig	1 1,05 1,1									
2. Ripping	0,8 0,85 0,9 K 0,8									
3. Blasting	0,7 0,75 0,8									
III. TEKNIK PENGAMBILAN MATERIAL										
1. Pengambilan mudah	0,9 0,95 1									
2. Pengambilan sulit	0,7 0,75 0,8 K 0,7									
	NILAI RERATA 0,80									
Keterangan :										
1,1 - 1,2 Menggali tanah alami dari tanah liat, tanah liat, atau tanah lunak 1,0 - 1,1 Menggali tanah alami tanah seperti tanah berpasir dan tanah kering 0,8 - 0,9 Menggali tanah alami dari tanah berpasir dengan kerikil 0,7 - 0,8 Memuat batuan/material blasting										
Embalut, 18 April 2016 Observer										


LAMPIRAN 6 OBSERVASI EFISIENSI KERJA

	PT. RIUNG MITRA LESTARI OPERATION DIVISION SITE EMBALUT		
FORM PENGAMATAN OPERASIONAL AREA KERJA FRONT LOADING			
LOKASI : PIT GSB 01 UNIT : PC 400 EX 424 Hari & tanggal : Senin, 25 April 2016			
AREA OBSERVASI	HASIL OBSERVASI		KETERANGAN
	YA	TIDAK	
I. KONDISI AREA			Tinggi jenjang kurang dari standar dan tidak rata, sempit
1. Grade, Lebar dan tinggi sesuai standar		V	
2. Rata dan bebas material lepas		V	
II. SKILL OPERATOR			
1. Teknik operasi benar dan aman	V		
2. Cara pengoperasian efektif dan efisien	V		
III. ALAT PENUNJANG			
1. Lokasi ada support buldozer	V		
2. Cara kerja alat sesuai standar	V		
IV. SURVEY			
1. Ada patok survey dan jelas	V		
2. Penggalian sesuai patok	V		
V. SAFETY			
1. Aman dari longsor	V		
2. Aman dari banjir, lumpur atau gambut	V		
VI. Material			
1. Material Ripping atau Freedig	V		
2. Material cukup untuk 1 shift	V		
TOTAL	10	2	
	0,833		
Keterangan : Bagus 0,83 Rata-rata 0,75 Kurang 0,67 Jelek 0,58			
Embalut, 25 April 2016 Observer			

LAMPIRAN 6 OBSERVASI EFISIENSI KERJA (Lanjutan)

	PT. RIUNG MITRA LESTARI OPERATION DIVISION SITE EMBALUT		
FORM PENGAMATAN OPERASIONAL AREA KERJA FRONT LOADING			
LOKASI : PIT GSB 01 UNIT : PC 400 EX 425 Hari & tanggal : Kamis, 7 April 2016			
AREA OBSERVASI	HASIL OBSERVASI		KETERANGAN
	YA	TIDAK	
I. KONDISI AREA			
1. Grade, Lebar dan tinggi sesuai standar	V		
2. Rata dan bebas material lepas	V		
II. SKILL OPERATOR			
1. Teknik operasi benar dan aman		V	Operator sering melakukan perbaikan front
2. Cara pengoperasian efektif dan efisien	V		
III. ALAT PENUNJANG			
1. Lokasi ada support buldozer		V	Tidak ada alat support dozer untuk perbaikan front
2. Cara kerja alat sesuai standar	V		
IV. SURVEY			
1. Ada patok survey dan jelas	V		
2. Penggalian sesuai patok	V		
V. SAFETY			
1. Aman dari longsor	V		
2. Aman dari banjir, lumpur atau gambut	V		
VI. Material			
1. Material Ripping atau Freedig		V	Material Keras
2. Material cukup untuk 1 shift	V		
TOTAL	9	3	
	0,750		
Keterangan : Bagus 0,83 Rata-rata 0,75 Kurang 0,67 Jelek 0,58			
Embalut, 7 April 2016			
Observer			

LAMPIRAN 6 OBSERVASI EFISIENSI KERJA (Lanjutan)

	PT. RIUNG MITRA LESTARI OPERATION DIVISION SITE EMBALUT		
FORM PENGAMATAN OPERASIONAL			
AREA KERJA FRONT LOADING			
LOKASI	: PIT GSB 01		
UNIT	: PC 400 EX 429		
Hari & tanggal	: Selasa, 19 April 2016		
AREA OBSERVASI	HASIL OBSERVASI		KETERANGAN
	YA	TIDAK	
I. KONDISI AREA			
1. Grade, Lebar dan tinggi sesuai standar		V	Tinggi jenjang kurang dari standar dan tidak rata
2. Rata dan bebas material lepas		V	
II. SKILL OPERATOR			
1. Teknik operasi benar dan aman	V		Operator tidak produktif menunggu DT
2. Cara pengoperasian efektif dan efisien		V	
III. ALAT PENUNJANG			
1. Lokasi ada support buldozer	V		
2. Cara kerja alat sesuai standar	V		
IV. SURVEY			
1. Ada patok survey dan jelas	V		
2. Penggalan sesuai patok	V		
V. SAFETY			
1. Aman dari longsoran	V		
2. Aman dari banjir, lumpur atau gambut	V		
VI. Material			
1. Material Ripping atau Freedig	V		
2. Material cukup untuk 1 shift	V		
TOTAL	9	3	
	0,750		
Keterangan :			
Bagus	0,83		
Rata-rata	0,75		
Kurang	0,67		
Jelek	0,58		
Embalut, 19 April 2016			
Observer			

LAMPIRAN 7 SUMMARY EFISIENSI KERJA & BUCKET FACTOR

UNIT		EX 424		EX 425		EX 429	
TGL	HARI	<i>Eff</i>	<i>B. Fill</i>	<i>Eff</i>	<i>B. Fill</i>	<i>Eff</i>	<i>B. Fill</i>
1	Jumat	-	-	0,75	0,85	0,83	0,85
2	Sabtu	-	-	0,83	0,83	0,83	0,8
3	Minggu	0,75	0,9	0,83	0,83	-	-
4	Senin	0,83	0,83	0,75	0,85	-	-
5	Selasa	-	-	0,83	0,85	-	-
6	Rabu	-	-	0,83	0,8	0,75	0,9
7	Kamis	0,75	0,85	0,83	0,84	0,75	0,95
8	Jumat	0,75	0,9	-	-	0,75	0,9
9	Sabtu	0,75	0,9	-	-	0,75	0,85
10	Minggu	0,75	0,9	-	-	0,75	0,8
11	Senin	0,75	0,85	-	-	0,83	0,85
12	Selasa	0,83	0,8	-	-	0,83	0,8
13	Rabu	-	-	-	-	0,83	0,85
14	Kamis	0,75	0,85	-	-	0,83	0,8
15	Jumat	-	-	-	-	-	-
16	Sabtu	0,75	0,85	-	-	0,83	0,83
17	Minggu	-	-	-	-	0,83	0,83
18	Senin	0,75	0,8	-	-	0,75	0,9
19	Selasa	0,75	0,87	-	-	0,75	0,9
20	Rabu	0,83	0,83	-	-	0,75	0,85
21	Kamis	0,83	0,85	-	-	-	-
22	Jumat	0,83	0,9	0,75	0,8	-	-
23	Sabtu	0,83	0,85	0,75	0,85	-	-
24	Minggu	0,83	0,83	0,75	0,8	0,75	0,9
25	Senin	0,83	0,8	0,75	0,9	0,75	0,9
26	Selasa	-	-	0,75	0,9	0,75	0,85
27	Rabu	-	-	0,75	0,9	0,75	0,9
28	Kamis	-	-	0,75	0,9	-	-
29	Jumat	-	-	0,75	0,9	0,75	0,8
30	Sabtu	-	-	-	-	-	-

LAMPIRAN 7 SUMMARY EFISIENSI KERJA & BUCKET FACTOR
(Lanjutan)

TGL	UNIT HARI	EX 430		EX 431		EX 432	
		<i>Job Eff</i>	<i>B. Fill</i>	<i>Job Eff</i>	<i>B. Fill</i>	<i>Job Eff</i>	<i>B. Fill</i>
1	Jumat	0,75	0,85	0,75	0,9	0,83	0,9
2	Sabtu	0,75	0,83	0,75	0,85	0,83	0,8
3	Minggu	0,75	0,85	0,75	0,9	0,83	0,9
4	Senin	0,75	0,85	0,75	0,9		
5	Selasa	0,75	0,85	0,75	0,9	0,75	0,9
6	Rabu	0,83	0,8	0,75	0,9		
7	Kamis	0,75	0,85				
8	Jumat	0,75	0,85			0,83	0,85
9	Sabtu	0,83	0,85			0,83	0,8
10	Minggu	0,83	0,8			0,75	0,8
11	Senin	0,75	0,9	0,75	0,9	0,83	0,85
12	Selasa	0,75	0,85	0,75	0,9	0,83	0,85
13	Rabu	0,83	0,8	0,75	0,9	0,83	0,85
14	Kamis	0,83	0,8	0,75	0,9	0,83	0,85
15	Jumat					0,83	0,85
16	Sabtu			0,75	0,8	0,83	0,85
17	Minggu			0,75	0,9	0,83	0,85
18	Senin			0,75	0,8	0,83	0,85
19	Selasa			0,75	0,9	0,83	0,85
20	Rabu			0,75	0,9	0,83	0,85
21	Kamis	0,75	0,85	0,75	0,9	0,83	0,8
22	Jumat	0,75	0,9	0,75	0,8	0,83	0,85
23	Sabtu	0,75	0,85			0,83	0,85
24	Minggu	0,75	0,85			0,75	0,8
25	Senin	0,75	0,9	0,75	0,9	0,75	0,8
26	Selasa	0,83	0,9	0,75	0,9	0,75	0,9
27	Rabu	0,75	0,9	0,75	0,9	0,75	0,9
28	Kamis	0,75	0,9	0,75	0,9	0,75	0,9
29	Jumat	0,83	0,9	0,75	0,8	0,75	0,8
30	Sabtu						

LAMPIRAN 8 SUMMARY NILAI OEE

Tanggal	EX 424				EX 425			
	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE
1	99,1%	0,0%	-	-	39,5%	26,3%	79,0%	8,2%
2	99,0%	0,0%	-	-	99,7%	78,6%	81,1%	63,5%
3	99,0%	54,3%	85,3%	45,8%	99,0%	18,9%	81,1%	15,2%
4	93,8%	72,4%	79,0%	53,7%	98,6%	4,6%	67,5%	3,1%
5	99,3%	0,0%	-	-	97,1%	67,0%	76,6%	49,8%
6	99,0%	0,0%	-	-	99,0%	84,2%	82,6%	68,9%
7	99,0%	26,9%	76,1%	20,3%	99,0%	80,4%	80,2%	63,8%
8	99,3%	75,5%	81,1%	60,8%	-	-	-	0,0%
9	98,6%	70,1%	89,2%	61,7%	-	-	-	0,0%
10	100,0%	40,0%	75,3%	30,1%	-	-	-	0,0%
11	99,0%	56,4%	75,5%	42,1%	-	-	-	0,0%
12	99,1%	22,3%	80,7%	17,8%	-	-	-	0,0%
13	99,5%	33,9%	-	-	-	-	-	0,0%
14	99,0%	21,1%	67,7%	14,1%	-	-	-	0,0%
15	100,0%	0,0%	-	-	-	-	-	0,0%
16	99,3%	13,4%	79,7%	10,6%	12,2%	-	-	0,0%
17	46,6%	2,7%	-	-	100,0%	-	-	0,0%
18	99,0%	44,6%	58,1%	25,7%	99,0%	-	-	0,0%
19	99,0%	72,4%	80,9%	58,0%	99,0%	-	-	0,0%
20	99,3%	71,7%	80,3%	57,2%	99,3%	-	-	0,0%
21	98,6%	80,7%	81,7%	65,0%	99,0%	-	-	0,0%
22	99,0%	84,6%	81,2%	68,0%	96,9%	64,9%	84,9%	53,4%
23	99,2%	83,6%	86,2%	71,4%	99,2%	88,2%	92,6%	81,0%
24	99,2%	87,8%	92,9%	80,9%	99,2%	83,2%	89,9%	74,1%
25	44,4%	13,1%	84,6%	4,9%	99,0%	89,3%	89,3%	78,9%
26	99,3%	0,0%	-	-	95,7%	88,0%	85,3%	71,8%
27	99,3%	0,0%	-	-	99,3%	72,2%	92,2%	66,1%
28	99,0%	0,0%	-	-	99,0%	87,6%	90,0%	78,0%
29	97,9%	46,0%	-	-	99,0%	28,6%	145,0%	41,1%
30	99,2%	0,0%	-	-	87,1%	66,5%	-	-

LAMPIRAN 8 SUMMARY NILAI OEE (Lanjutan)

Tanggal	EX 429				EX 430			
	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE
1	99,1%	59,7%	83,8%	49,6%	99,2%	69,3%	99,3%	68,2%
2	71,0%	12,3%	76,4%	6,7%	99,0%	80,8%	97,5%	78,0%
3	99,0%	-	-	0,0%	99,0%	87,6%	99,3%	86,0%
4	99,3%	-	-	0,0%	99,3%	88,1%	94,8%	82,9%
5	99,0%	-	-	0,0%	74,4%	10,1%	100,5%	7,5%
6	100,0%	61,0%	96,2%	58,7%	99,0%	39,6%	83,9%	32,9%
7	99,0%	88,0%	94,7%	82,5%	99,0%	88,4%	97,2%	85,1%
8	99,0%	78,3%	93,1%	72,1%	99,0%	83,8%	96,5%	80,0%
9	94,8%	80,9%	89,3%	68,4%	99,0%	77,5%	83,2%	63,8%
10	100,0%	32,1%	86,4%	27,7%	100,0%	37,5%	80,7%	30,3%
11	99,1%	90,0%	82,3%	73,4%	99,4%	41,5%	89,0%	36,7%
12	99,1%	68,1%	84,7%	57,2%	99,0%	46,7%	89,9%	41,6%
13	98,9%	61,9%	81,6%	50,0%	99,0%	35,4%	84,3%	29,5%
14	99,0%	85,8%	85,6%	72,8%	51,4%	36,5%	75,2%	14,1%
15	100,0%	-	-	-	100,0%	-	-	0,0%
16	99,0%	63,2%	78,1%	48,8%	99,0%	-	-	0,0%
17	100,0%	67,9%	79,8%	54,2%	99,0%	-	-	0,0%
18	99,0%	73,3%	85,6%	62,1%	99,0%	18,1%	-	0,0%
19	99,0%	85,9%	88,1%	74,9%	99,0%	-	-	0,0%
20	99,3%	39,4%	79,0%	30,9%	99,3%	30,6%	-	0,0%
21	43,9%	-	-	0,0%	98,6%	82,4%	94,5%	76,7%
22	99,0%	-	-	0,0%	99,0%	86,3%	97,0%	82,9%
23	99,4%	-	-	0,0%	99,3%	89,0%	94,5%	83,5%
24	99,1%	84,9%	88,7%	74,7%	99,2%	88,7%	96,8%	85,1%
25	99,0%	84,2%	88,5%	73,8%	99,0%	89,3%	90,5%	80,0%
26	99,3%	57,9%	82,7%	47,6%	99,3%	89,0%	75,8%	67,0%
27	99,3%	31,0%	93,6%	28,8%	99,3%	75,5%	96,2%	72,1%
28	99,0%	-	-	0,0%	99,0%	88,8%	92,2%	81,1%
29	99,0%	34,9%	30,9%	10,7%	99,0%	54,7%	80,1%	43,4%
30	96,9%	68,8%	-	-	99,2%	80,2%	-	-

LAMPIRAN 8 SUMMARY NILAI OEE (Lanjutan)

Tanggal	EX 431				EX 432			
	A	P	Q	OEE	A	P	Q	OEE
1	98,3%	73,7%	92,4%	67,0%	99,0%	71,9%	83,7%	59,7%
2	99,0%	89,3%	96,1%	84,9%	95,4%	88,2%	89,2%	75,1%
3	99,0%	90,5%	90,7%	81,2%	99,0%	18,1%	90,1%	16,1%
4	99,0%	85,1%	90,9%	76,5%	98,6%	-	-	0,0%
5	99,0%	88,0%	95,8%	83,4%	96,3%	80,1%	91,4%	70,5%
6	99,0%	70,3%	93,9%	65,4%	8,3%	30,0%	-	-
7	9,4%	4,4%	-	0,0%	12,2%	-	-	-
8	17,7%	-	-	0,0%	99,3%	80,1%	81,7%	65,0%
9	99,0%	-	-	0,0%	99,0%	40,8%	85,4%	34,5%
10	100,0%	-	-	0,0%	100,0%	17,5%	68,1%	11,9%
11	98,9%	53,9%	87,3%	46,6%	99,0%	87,9%	83,4%	72,7%
12	99,0%	40,4%	93,1%	37,2%	99,1%	69,4%	84,9%	58,3%
13	99,0%	66,9%	87,4%	57,9%	99,0%	61,0%	79,8%	48,2%
14	99,0%	70,3%	89,5%	62,3%	99,1%	84,9%	85,3%	71,8%
15	100,0%	-	-	0,0%	100,0%	43,8%	83,8%	36,7%
16	99,0%	58,9%	82,7%	48,3%	98,3%	80,1%	85,8%	67,6%
17	98,8%	55,7%	84,3%	46,4%	99,0%	70,7%	82,4%	57,6%
18	99,0%	78,3%	89,6%	69,4%	99,0%	76,6%	81,3%	61,7%
19	99,0%	83,4%	93,8%	77,4%	99,0%	86,3%	83,6%	71,4%
20	99,3%	86,0%	90,8%	77,6%	99,3%	78,5%	86,8%	67,6%
21	99,0%	63,6%	85,0%	53,5%	99,0%	88,0%	81,8%	71,3%
22	43,8%	9,5%	78,9%	3,3%	99,3%	85,2%	82,6%	69,9%
23	99,4%	2,1%	--	0,0%	99,3%	78,5%	81,6%	63,6%
24	99,4%	-	-	0,0%	44,4%	9,4%	19,7%	0,8%
25	99,0%	86,7%	93,0%	79,8%	99,0%	31,2%	68,6%	21,2%
26	99,0%	88,0%	90,2%	78,5%	99,3%	89,0%	92,8%	82,0%
27	99,3%	76,4%	92,0%	69,7%	99,3%	49,1%	85,8%	41,8%
28	99,0%	88,4%	94,9%	83,1%	98,0%	88,0%	88,5%	76,3%
29	99,0%	50,1%	92,0%	45,6%	99,0%	53,1%	89,6%	47,0%
30	99,2%	75,6%	-	0,0%	99,2%	75,6%	-	0,0%

LAMPIRAN 9 DATA SETELAH PERBAIKAN (*AVAILABILITY*)

Tanggal	EX 425				
	MOHH	AVT	SB	USB	PA
1	24	23,8	0,2	0	99,2%
2	24	23,8	0,17	0,00	99,3%
3	24	23,8	0,17	0	99,3%
4	24	23,8	0,25	0	99,0%
5	24	8,13	15,9	0	33,9%
6	24	23,8	0,18	0	99,2%
7	24	23,8	0,18	0	99,2%
8	24	23,8	0,18	0	99,2%
9	24	23,8	0,17	0	99,3%
10	24	23,8	0,17	0	99,3%
11	24	23,8	0,17	0	99,3%
12	24	23,8	0,17	0	99,3%
13	24	22	0,25	1,78	91,5%
14	24	23,8	0,25	0	99,0%
15	24	23,5	0,25	0,27	97,8%
16	24	23,8	0,22	0	99,1%
17	24	23,8	0,23	0	99%
18	24	23,8	0,18	0	99,2%
19	24	23,8	0,25	0	99,0%
20	24	23,8	0,25	0	99,0%
21	24	23	0	1	95,8%
22	24	23,8	0,22	0	99,1%
23	24	23,8	0,25	0	99,0%
24	24	16,6	7,38	0	69,2%
25	24	23,8	0,23	0	99,0%
26	24	23,8	0,25	0	99,0%
27	24	23,2	0,18	0,6	96,7%
28	24	23,8	0,25	0	99,0%
29	24	23,8	0,25	0	99,0%
30	24	23,8	0,18	0	99,2%
31	25	24,8	0,18	0	99,3%

**LAMPIRAN 9 DATA SETELAH PERBAIKAN (*AVAILABILITY*)
(Lanjutan)**

Tanggal	EX 424			
	EWH	Delay	Idle	UA
1	0,0	23,78	0	0,0%
2	0,0	20,42	3,42	0,0%
3	0,0	22,33	1,5	0,0%
4	0,0	23,1	0,5	0,0%
5	6,1	14,67	0,42	28,9%
6	19,2	3,8	0,5	81,7%
7	7,0	7,85	0	47,0%
8	19,1	3,8	0	83,4%
9	17,0	4,48	1,2	74,9%
10	20,8	2,08	0	90,9%
11	1,5	12,2	0,0	11,0%
12	19,7	3,1	0,0	86,3%
13	7,7	4,1	0,0	65,0%
14	0,0	9,7	0,0	0,0%
15	0,0	3,7	0,4	0,0%
16	0,0	4,6	9,8	0,0%
17	4,0	19,6	0,1	17,0%
18	12,5	5,42	4,95	54,6%
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-
21	6,3	1,3	0	82,8%
22	0,6	0,3	0	65,5%
23	-	-	-	-
24	-	-	-	-
25	-	-	-	-
26	-	-	-	-
27	0,0	15,75	0,25	0,0%
28	5,3	14,0	1,3	25,9%
29	14,8	4,15	2,5	69,0%
30	10,4	3,383	5,88	52,8%
31	15,1	8,25	0	64,6%

LAMPIRAN 10 DATA NILAI OEE SETELAH PERBAIKAN

Tanggal	EX 424			
	<i>Availability</i>	<i>Performance</i>	<i>Quality</i>	OEE
1	99,1%	-	-	-
2	99,3%	-	-	-
3	99,3%	-	-	-
4	98,3%	0,0%	-	-
5	89,9%	28,9%	80,2%	20,8%
6	99,2%	81,7%	87,9%	71,2%
7	84,6%	47,0%	73,5%	29,2%
8	99,2%	83,4%	80,7%	66,8%
9	96,2%	74,9%	77,0%	55,5%
10	97,8%	90,9%	84,4%	75,0%
11	99,0%	11,0%	89,1%	9,7%
12	99,3%	86,3%	92,5%	79,3%
13	94,0%	65,0%	81,3%	49,7%
14	94,8%	0,0%	-	-
15	98,6%	0,0%	-	-
16	99,3%	0,0%	-	-
17	99,0%	17,0%	71,7%	12,1%
18	99,0%	54,6%	69,8%	37,8%
19	95,0%	-	-	-
20	93,8%	-	-	-
21	99,2%	82,8%	74,2%	61,0%
22	99,2%	65,5%	31,2%	20,3%
23	94,2%	-	-	-
24	94,6%	-	-	-
25	94,6%	-	-	-
26	92,5%	-	-	-
27	92,9%	0,0%	-	0,0%
28	92,4%	25,9%	77,8%	18,6%
29	99,0%	69,0%	71,6%	48,9%
30	91,5%	52,8%	84,9%	41,1%
31	99,0%	64,6%	88,8%	56,7%

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama : Arif Nuryono
NIM : 55314120027
Tempat & Tgl. Lahir : Pati / 19 Maret 1977
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Perum Taman Kota Blok G-5 No. 18 Bekasi
Telp/HP/Faks : 021-8817343 / 08111497836
Alamat e-mail : arif.nuryono19@gmail.com

2. Riwayat Pendidikan

a. Pendidikan Formal

2009 – 2011 : Program Sarjana (S1) Teknik Mesin Universitas
Mercu Buana, Jakarta
1995 – 1998 : Program Diploma (D3) Politeknik Teknik Mesin
Universitas Diponegoro
1992 – 1995 : SMA Negeri 1 Pati, Jawa Tengah
1990 – 1992 : SMP Negeri 2 Pati, Jawa Tengah
1983 – 1990 : SD Negeri Pati Kidul 1, Pati Jawa Tengah

b. Pendidikan Non Formal / Pelatihan

1999 – 1999 : Pelatihan Pemadam Kebakaran, Bekasi PT. NEC
2000 – 2000 : Pelatihan Dasar Pengawas Operasi, Tanjung Kalsel
2000 – 2000 : Pelatihan Manajemen Peralatan, Jakarta
2001 – 2001 : Sertifikasi Juru Ledak II, Tanjung-Pusdiklat TMB
2001 – 2001 : Pelatihan *Basic Machine System*, Tanjung-Kalsel
2001 – 2001 : Kursus Bina Mental & Kepemimpinan, Bandung
2001 – 2001 : Training Dasar-dasar Supervisi, Banjarmasin
2002 – 2002 : *Basic Hygiene Awareness Course*, Bontang
2003 – 2003 : *Total Training Management*, Bekasi

2003 – 2003	: Pelatihan Calon Ahli K3, Samarinda
2003 – 2003	: <i>Training ISO & QMS Auditor</i> , Bontang
2003 – 2003	: <i>Training New QC For Leader</i> , Bontang
2004 – 2004	: <i>Health Officer Development Program</i> , Jakarta
2004 – 2004	: <i>Training for New QC Trainer</i> , Jakarta
2007 – 2007	: Peningkatan Karya Prestatif 1, Sukabumi
2010 – 2010	: <i>Training Becoming Effective Leader</i> , Jakarta
2013 – 2013	: Sertifikasi Trainer Pratama, Bekasi
2014 – 2014	: <i>Training Behavior Based Safety</i> , Bekasi
2014 – 2014	: <i>Understanding New ISO 9001 2015</i> , Bekasi
2016 – 2016	: <i>Training QC for Juri</i> , Bekasi

3. Pengalaman Kerja

1998 – 2000	: <i>Group Leader</i> di PT. NEC Cikarang Bekasi
2000 – 2003	: <i>Instruktur Operation</i> di PT. Pama Bontang
2003 – 2005	: <i>Prog. Dev. Sect. Head</i> di PT. Pama Bontang
2006 – 2010	: <i>Training & Dev Sect. Head</i> di PT Buma Jakarta
2010 – Sekarang	: <i>TDC Manager</i> di PT. RML Bekasi
2012 – 2016	: <i>Training & Development</i> di PT ASD Bekasi
2014 – 2016	: <i>Managing Director</i> di PT. MIM Bekasi
2016 – Sekarang	: <i>Direktur</i> di PT. SIM Bekasi

4. Pengalaman Organisasi

1993 – 1994	: Ketua OSIS SMA N 1 Pati, Jawa Tengah
1993 – 1995	: Juru Adat – Saka Bhayangkara Polres Pati
1996 – 1998	: Ketua Litbang UKM Pengembangan Pengetahuan
1995 – 1998	: Ketua Ikatan Alumni Mahasiswa Pati
2000 – 2000	: Ketua 1 Pembentukan Serikat Pekerja PT Pama
2000 – 2001	: Pengurus Serikat Pekerja PT. Pama
2004 – 2005	: Ketua Lembaga Amil Zakat PT Pama Bontang
2008 – 2010	: Wakil Ketua Serikat Pekerja PT Buma Jakarta