

**ANALISIS SISTEM PERAWATAN SILINDER BUCKET  
EXCAVATOR KOBELCO SK-200-8S DENGAN METODE  
TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**MUHAMMAD HAIKAL  
148130057**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2019**

**ANALISIS SISTEM PERAWATAN PERAWATAN SILINDER  
BUCKET EXCAVATOR KOBELCO SK200-8S DENGAN  
METODE TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di  
Fakultas Teknik Mesin  
Universitas Medan Area

**Oleh :**

**MUHAMMAD HAIKAL  
148130057**

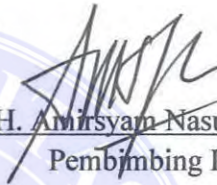
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2019**

Judul Skripsi : Analisis Sistem Perawatan Silinder Bucket  
Excavator Kobelco SK200-8S dengan Metode  
Total Productive Maintenance (TPM)  
Nama : Muhammad Haikal  
NPM : 14.813.0057  
Fakultas : Teknik  
Prodi : Teknik Mesin

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing




Ir. Husin Ibrahim, MT  
Pembimbing I



Ir. H. Amirsyah Nasution, MT  
Pembimbing II

Mengetahui :



Prof. Dr. Ir. Armansyah Ginting, M. Eng  
Dekan Fakultas Teknik



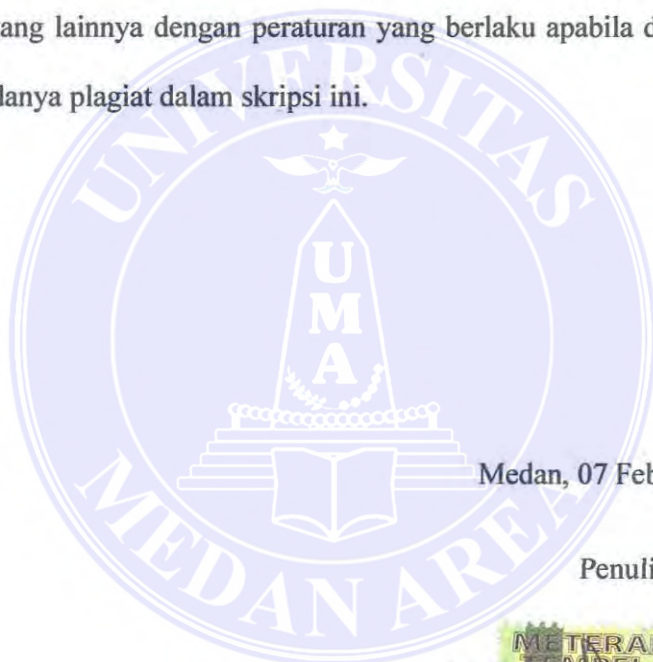
Bobby Umrah ST, MT  
Ka. Prodi Teknik Mesin

Tanggal Lulus : 23 JANUARI 2019

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri . Adapun bagian – bagian tertentu didalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain dan telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi yang lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 07 Februari 2019

Penulis



MUHAMMAD. HAIKAL

14.813.0057



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Haikal  
NPM : 14.813.0057  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif ( *Non-exclusive Royalty-Free Right* )** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Sistem Perawatan Silinder Bucket Excavator Kobelco SK-200-8S dengan Menggunakan Metode *Total Productive Maintenance* (TPM)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 07 Februari 2019

Yang menyatakan



( Muhammad Haikal )

Analisis Sistem Perawatan Silinder Bucket Excavator Kobelco  
SK200-8S Dengan Metode Total Productive Maintenance (TPM)  
(Studi Kasus PT. Daya KOBELCO CMI Medan)

Abstrak

Silinder Bucket merupakan komponen pada excavator yang rentan mengalami kerusakan baik minor maupun major. Untuk mengatasi masalah tersebut pada penulisan ini digunakan metode *Total Productive Maintenance*. Unit yang akan diteliti adalah Excavator SK200-8S dengan lokasi kerja Quarry. Penelitian ini tidak membahas biaya perbaikan komponen – komponen yang mengalami kerusakan. Penelitian ini dilakukan di PT. Daya KOBELCO CMI yang beralamat di Jalan Krakatau, Komplek KMC no. R-26 Medan. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode studi Literature untuk memperoleh data – data yang lengkap untuk objek yang akan diteliti. Adapun data – data tersebut adalah waktu downtime, planned downtime, set-up dan waktu pemakaian Excavator. Data yang telah terkumpul dianalisa . Mengenai konsep- konsep pemeliharaan silinder bucket sebelum dan sesudah dilakukannya TPM, berupa nilai *Availability*, *Performance*, *Rate of Quality* dan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* . Setelah dilakukannya perhitungan pada periode Maret – Juni didapatkan hasil dengan nilai *Availability* 94.19% - 97.32% , nilai *Performance* 72.1% - 72.6%, nilai *Rate of Quality* 86.5% - 86.9%, nilai *OEE* 58.7% - 61.3%. Dengan hasil tersebut masuk pada klasifikasi golongan 3 dengan nilai *OEE*= 60% produksi dianggap wajar, namun menunjukkan ada ruang besar untuk improvement.

Kata kunci : *Silinder Bucket*, *Total Productive Maintenance*, *Overall Equipment Effectiveness*

Analysis of Kobelco Excavator SK200-8S Cylinder Bucket  
Maintenance System using the Total Productive Maintenance (TPM)  
Method  
(Case Study PT. Daya KOBELCO CMI Medan)

*Abstract*

*Bucket cylinders are components of excavators that are susceptible to damage both minor and major. To overcome this problem at this writing the Total Productive Maintenance method is used. The unit to be studied is the SK200-8S Excavator with the Quarry work location. This study does not discuss the cost of repairing damaged components. This research was conducted at PT. Daya KOBELCO CMI having its address at Jalan Krakatau, Komplek KMC no. Medan R-26. Research conducted using the Literature study method to obtain complete data for the object to be studied. The data is the time of downtime, planned downtime, set-up and time to use Excavators. The collected data is analyzed. Regarding the concepts of bucket cylinder maintenance before and after the TPM, in the form of Availability, Performance, Rate of Quality and Overall Equipment Effectiveness (OEE). After doing the calculation in the period March - June the results obtained with the Availability value 94.19% - 97.32%, the value of Performance 72.1% - 72.6%, the value of Rate of Quality 86.5% - 86.9%, OEE value 58.7% - 61.3%. With these results included in the classification group 3 with OEE value = 60% of production is considered reasonable, but shows there is a large room for improvement.*

*Keywords : Bucket Cylinders, Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness.*





## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian ini adalah Analisis Perawatan Silinder Bucket Excavator Kobelco SK200-8S dengan Metode Total Productive Maintenance (TPM).

Tujuan dari penyusunan skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat untuk bisa menempuh ujian sarjana pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin di Universitas Medan Area (UMA).

Di dalam pengerjaan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal. Oleh sebab itu, disini penulis sampaikan terima kasih sedalam – dalamnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Dadan Ramdan, M.Eng M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area, dan Bapak Prof. Dr. Ir. Armansyah Ginting, M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Ibu Sherlly Maulana, ST. MT selaku Wakil Dekan bidang Akademik Universitas Medan Area.
3. Bapak Bobby Umroh, ST. MT selaku Ka. Prodi Teknik Mesin Universitas Medan Area yang telah menyetujui permohonan penyusunan Skripsi.
4. Bapak Ir. Husin Ibrahim, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dalam penyusunan Skripsi ini hingga selesai.
5. Bapak Ir. H. Amirsyam Nasution, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyusunan Skripsi ini hingga selesai.

6. Sahabat saya Andri Surya Darma, M. Bobby Tsalasa (Field Support PT. DKCMI), Rivai Ahmad (Part Sales Engineer PT. DKCMI) yang telah membantu penyajian data pada skripsi ini hingga selesai. Sahabat saya Syafriadi, SE yang telah membantu dalam pengolahan data pada skripsi ini hingga selesai.
7. Sahabat-sahabat stambuk 2014, dan terkhusus buat Grup seminar yang telah banyak memberi dukungan baik moril maupun materil hingga skripsi ini selesai. Thanks buat Adriel, Annas, Banu, Dennis, Rahmat, Reza, Riki kalian luar biasa.
8. Seluruh Pegawai di Fakultas Teknik yang telah membantu administrasi Skripsi ini hingga selesai.
9. Orang Tua tercinta yang telah banyak memberikan doa dan dukungan kepada penulis secara moril maupun materil hingga skripsi ini selesai.
10. Kakak dan adik tercinta serta anggota keluarga dan kerabat yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis.
11. Sahabat dan rekan seperjuangan tercinta yang tiada henti memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
12. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.

Medan , 07 Februari 2019

Penulis

Muhammad Haikal

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
RIWAYAT HIDUP .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Perawatan (Maintenance) .....	5
2.2 Perawatan Terencana .....	7
2.2.1 Perawatan Pencegahan (Preventive Maintenance) .....	8
2.2.1.1 Perawatan Berkala (Periodic Maintenance).....	8
2.2.1.2 Perawatan Perbaikan (Schedule Maintenance).....	9
2.2.1.3 Condition Base Maintenance .....	9
2.2.2 Corrective Maintenance .....	10
2.2.3 Perawatan Berjalan (Running Maintenance) .....	10
2.3 Perawatan yang tidak Terencana .....	10
2.4 Hydraulic Excavator .....	12
2.4.1 Spesifikasi KOBELCO SK-200-8S .....	13
2.4.2 Spesifikasi Pelumas, Bahan Bakar & Cairan Pendingin.....	14
2.5 Jadwal Perawatan Periodik.....	15
2.5.1 CheckUp Harian.....	16
2.5.2 Perawatan 10 jam Operasi (Harian).....	16
2.5.3 Perawatan 50 jam Operasi (Mingguan) .....	17
2.5.4 Perawatan 100 jam Operasi (2Minggu).....	17
2.5.5 Perawatan 250 jam & 500 jam operasi .....	18
2.5.6 Perawatan 1000 jam Operasi (6 Bulan) .....	19
2.5.7 Perawatan 2000 jam Operasi (1 Tahun).....	19
2.6 Silinder Hydraulic.....	20

2.7 Silinder Bucket .....	22
2.7.1 Kerusakan pada Silinder Bucket .....	23
2.8 Konsep-konsep Pemeliharaan.....	24
2.8.1 Konsep Kehandalan (Reliability).....	24
2.8.2 Konsep Pemanfaatan (Utility).....	24
2.8.3 Konsep Ketersediaan (Availability).....	25
2.8.4 Total Productive Maintenance (TPM) .....	25
2.8.5 Overall Equipment Effectiveness (OEE).....	30
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu & Tempat Pelaksanaan .....	34
3.2 Alat & Bahan .....	34
3.3 Prosedur Penelitian .....	39
3.4 Metode Penelitian .....	39
3.5 Bagan Alir Penelitian.....	41
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Pengumpulan Data .....	42
4.2 Pengolahan Data .....	42
4.2.1 Menghitung Nilai Availability, Performa, Quality & OEE	42
4.3 Performance Test .....	50
4.4 Usulan Penyelesaian Masalah .....	56
4.5 Perawatan Silinder Bucket & Cost .....	58
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran .....	63
DAFTAR PUSTAKA .....	64
LAMPIRAN .....	65

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Spesifikasi Hydraulic System .....	14
Tabel 2.2	Spesifikasi Unit .....	14
Tabel 2.3	Spesifikasi Oil & Grease .....	15
Tabel 2.4	Perawatan Unit 10 jam Operasi .....	16
Tabel 2.5	Perawatan Unit 50 jam Operasi .....	17
Tabel 2.6	Perawatan Unit 100 jam Operasi .....	17
Tabel 2.7	Perawatan Unit 250 jam & 500 jam Operasi .....	18
Tabel 2.8	Perawatan Unit 1000 jam Operasi .....	19
Tabel 2.9	Perawatan Unit 2000 jam Operasi .....	19
Tabel 2.10	Perhitungan Overall Equipment Effectiveness.....	32
Tabel 2.11	World Class OEE .....	33
Tabel 4.1	Data Breakdown, Pemeliharaan, SetUp Unit .....	43
Tabel 4.2	Nilai Availability .....	44
Tabel 4.3	Data Total Angkutan .....	46
Tabel 4.4	Nilai Performance Efficiency .....	46
Tabel 4.5	Nilai Rate of Quality .....	48
Tabel 4.6	Nilai Overall Equiomet Effectiveness .....	49
Tabel 4.7	Performance Test Before TPM .....	50
Tabel 4.8	Performance Test After TPM .....	51
Tabel 4.9	Data Breakdwon Unit.....	52
Tabel 4.10	Komponen yang Dipersiapkan .....	58



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Bagan Perawatan Mesin ..... 6
Gambar 2.2	Gauge Cluster ..... 8
Gambar 2.3	Kasus Kerusakan Alat Berat ..... 11
Gambar 2.4	Hydraulic Excavator ..... 12
Gambar 2.5	Silinder Kerja Tunggal ..... 20
Gambar 2.6	Silinder Kerja Ganda ..... 21
Gambar 2.7	Posisi Angkat ..... 21
Gambar 2.8	Posisi Turun ..... 22
Gambar 2.9	Spesifikasi Silinder Bucket ..... 22
Gambar 2.10	Diagram Hydraulic Bucket Operation ..... 24
Gambar 2.11	Bagan Total Productive Maintenance ..... 25
Gambar 3.1	Tool Box ..... 34
Gambar 3.2	Compression Tester, Radiator Cup Tester ..... 35
Gambar 3.3	Filter Wrench ..... 35
Gambar 3.4	Corong ..... 36
Gambar 3.5	Bak Penampung ..... 36
Gambar 3.6	Belt Tension Gauge ..... 37
Gambar 3.7	Pressure Gauge ..... 37
Gambar 3.8	Thermometer ..... 37
Gambar 3.9	Stopwatch ..... 38
Gambar 3.10	Multimeter ..... 38
Gambar 3.11	ASTM Color ..... 38
Gambar 3.12	Excavator KOBELCO ..... 39
Gambar 3.13	Bagan Alir Penelitian ..... 41
Gambar 4.1	Kurva Nilai Availability ..... 45
Gambar 4.2	Kurva Nilai Performance Efficiency ..... 47
Gambar 4.3	Kurva Nilai Rate of Quality ..... 48
Gambar 4.4	Kurva Nilai OEE ..... 49

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Periodical Maintenance Cost with SK200-8SPR-X (Std Bucket) Interval PMC HM 250 – 2000 .....	65



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Pembangunan infrastruktur di zaman sekarang sangat lah pesat di setiap sektornya. Alat berat dalam hal ini memiliki peranan penting dalam membantu keterbatasan tenaga manusia. Excavator mampu handle berbagai macam pekerjaan alat berat lain. Bukan hanya itu, excavator juga dapat melakukan pekerjaan konstruksi yakni memuat ke dumptruck (loading), membuat kemiringan (sloping), memecah batu (breaker), dan sebagainya.

Peranan penting Kobelco dalam pelayanan purna jual (*after sales*) adalah dengan melakukan perawatan yang sudah ditentukan dalam 1 tahun (2000jam). Banyak customer yang tidak memperhatikan secara bijak perawatan unit mereka setelah program after sales dealer berakhir. Akibatnya banyak sekali unit SK200-8 yang mengalami kerusakan baik minor maupun major. Dan dari beberapa data yang ada, kerusakan yang sering terjadi adalah sistem hydraulic salah satunya adalah Silinder hydraulic. Kerusakan yang sering terjadi membuat waktu *downtime* meningkat, proses produksi terganggu. Dengan menggunakan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) diharapkan dapat mengatasi masalah yang terjadi pada unit, dan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) menjadi indikator keberhasilan dalam pelaksanaan *Total Productive Maintenance* (TPM)

Silinder hydraulic berperan penting dalam mempermudah dan mempercepat sistem kerja excavator. Silinder hydraulic berguna untuk menggerakkan attachment seperti Boom, Arm, dan Bucket. Dari semua attachment yang ada, silinder Bucket memiliki presentase kerusakan terbesar. Dikarenakan aplikasinya yang berhubungan langsung dengan material kerja seperti : batu, kerikil, batang pohon, lumpur, air dan lainnya. Untuk itu penulis berinisiatif untuk meninjau perawatan khusus terhadap silinder bucket untuk menjaga kehandalan unit.

Penerapan metode yang tepat untuk menjaga kondisi unit dalam keadaan baik, serta mencari sebab – sebab timbulnya kerusakan unit, sehingga faktor-faktor breakdown yang diakibatkan oleh mesin, material, metode perawatan, manusia, atau sistem produksi bisa diminimalisir (Selviyanti Veny 2017). *Total Productive Maintenance* (TPM) yang dilakukan dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), terdiri dari Availability, Performance Eficiency dan Rate Quality. Penulis juga akan menganalisis dampak dan faktor-faktor penyebab kerusakan pada silinder Bucket SK200-8.

Manajemen Maintenance harus dilakukan dengan sebaik-baiknya sesuai dengan *Standart Operational Procedure* (SOP). Maka atas dasar latar belakang tersebut maka penulis mengambil judul Tugas Akhir tentang “ **Analisis Sistem Perawatan Silinder Bucket Excavator KOBELCO SK200-8 Dengan Metode *Total Productive Maintenance* (TPM)** “.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka rumusan masalah yang dibahas adalah bagaimana mengetahui keberhasilan *Total Productive Maintenance* (TPM) terhadap unit dengan menggunakan Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) serta meminimalisir kerusakan pada Silinder Bucket SK200-8.

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis faktor penyebab terjadinya kerusakan pada silinder Bucket.
2. Menghitung biaya yang dikeluarkan selama maintenance.
3. Menganalisis efektifitas unit dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Unit yang diteliti adalah Excavator SK200-8S dengan lokasi kerja Quarry.
2. Membahas *Total Productive Maintenance* (TPM), Faktor penyebab terjadinya kerusakan silinder bucket dan efektifitas unit dengan metode OEE
3. Tidak membahas biaya perbaikan komponen yang mengalami kerusakan dan dampak kerusakan yang timbul secara terperinci selama berlangsungnya *Total Productive Maintenance* (TPM).



## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitiannya adalah :

### **1. Bagi Penulis**

- Penelitian ini mampu menambah wawasan dan ilmu pengetahuan bagi penulis khususnya dalam hal Maintenance unit dan silinder Bucket serta menganalisa faktor kerugian yang terjadi dengan metode OEE

### **2. Bagi Perusahaan**

- Penelitian ini memberikan masukan bagi perusahaan untuk melihat aspek aspek yang ditinjau selama Maintenance dan memperhatikan kerugian kerugian yang ditimbulkan selama maintenance maupun corrective
- Berpartisipasi dalam pengembangan Ilmu pengetahuan

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulis mencoba menguraikan seperti dibawah ini :

BAB I	PENDAHULUAN
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perawatan ( Maintenance )**

Maintenance merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu system produksi sehingga dari system itu dapat diharapkan menghasilkan output sesuai dengan yang dikehendaki (Gazpers 2012). Sistem Perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari system produksi, dimana apabila system produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka akan lebih intensif .

Tujuan pemeliharaan adalah untuk memelihara kemampuan sistem dan mengendalikan biaya sehingga sistem harus dirancang dan dipelihara untuk mencapai standar mutu dan kinerja yang diharapkan. Maintenance merupakan kegiatan yang berhubungan dengan mempertahankan suatu mesin/ peralatan agar tetap dalam kondisi siap untuk beroperasi, dan jika terjadi kerusakan maka diusahakan mesin/peralatan tersebut dapat dikembalikan pada kondisi yang baik. Peranan dari adanya pemeliharaan akan terasa apabila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat beroperasi (Dervitsiotis 1981). Maintenance merupakan kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dengan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasional produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan (Assauri 2008).

Prinsip utama sistem perawatan yaitu :

1. memperpendek periode kerusakan (breakdown period) sampai batas minimum dengan mempertimbangkan aspek ekonomis.

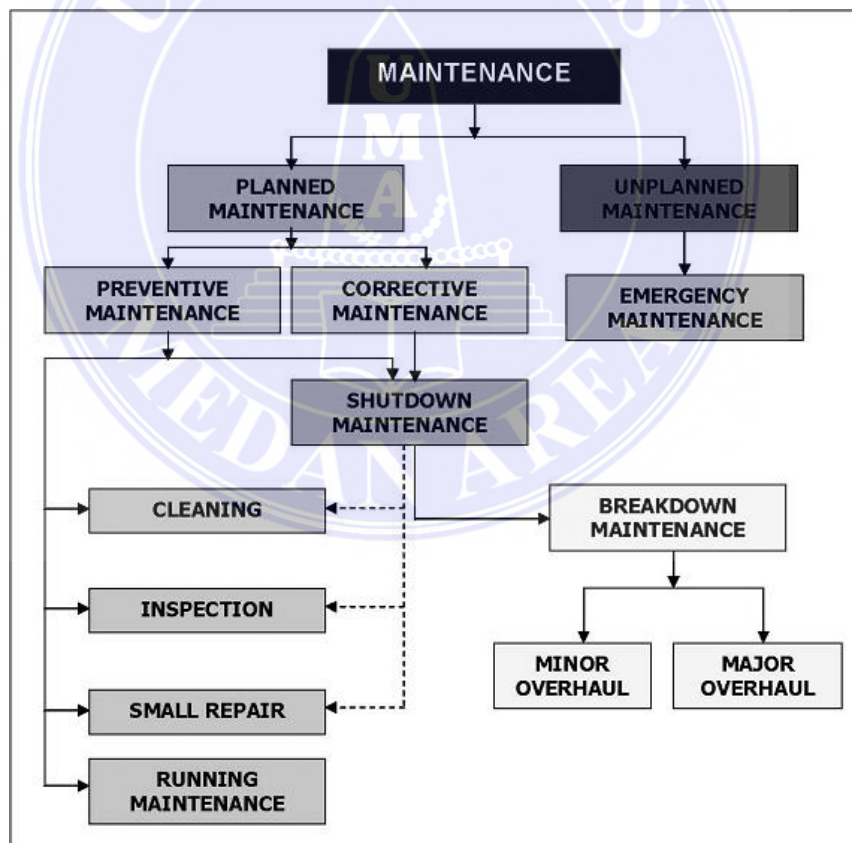
2. Menghindari kerusakan (breakdown) tidak terencana, kerusakan tiba-tiba

Secara umum pelaksanaan perawatan, dapat dibagi menjadi 2 cara :

1. Perawatan yang direncanakan ( Planned Maintenance )

2. Perawatan yang tidak direncanakan ( Unplanned Maintenance ).

Fungsi pemeliharaan adalah agar dapat memperpanjang umur ekonomis dari mesin dan peralatan produksi yang ada serta mengusahakan agar mesin dan peralatan produksi selalu dalam keadaan optimal (Ahyari 2002).



Blok Diagram Sistem Maintenance

Gambar 2.1 Bagan perawatan mesin

## **2.2 Perawatan Terencana ( Planned Maintenance )**

Perawatan terencana adalah pemeliharaan yang diorganisasikan dan dilakukan dengan pemikiran masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai rencana yang telah ditentukan sebelumnya.

Tujuan utama perawatan terencana adalah untuk meningkatkan standart pemeliharaan dan keefektifan pembiayaan. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan standart perawatan dan perencanaan serta pengurangan pemeliharaan sebagai hasil dari analisis tersebut.

### **2.2.1 Perawatan pencegahan ( Preventive Maintenance )**

Perawatan ini dimaksudkan untuk menjaga keadaan peralatan sebelum peralatan itu menjadi rusak . pada dasarnya yang dilakukan adalah perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan - kerusakan yang tak terduga dan menentukan keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi . Dengan demikian semua fasilitas – fasilitas produksi yang mendapatkan perawatan preventif akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap digunakan untuk setiap proses produksi setiap saat .

Perawatan preventif ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif didalam fasilitas – fasilitas produksi yang termasuk dalam golongan “ critical unit “ (Haryono 2018) sedangkan ciri – ciri dari fasilitas produksi yang termasuk dalam critical unit ialah kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut akan:

- Membahayakan kesehatan atau keselamatan para pekerja

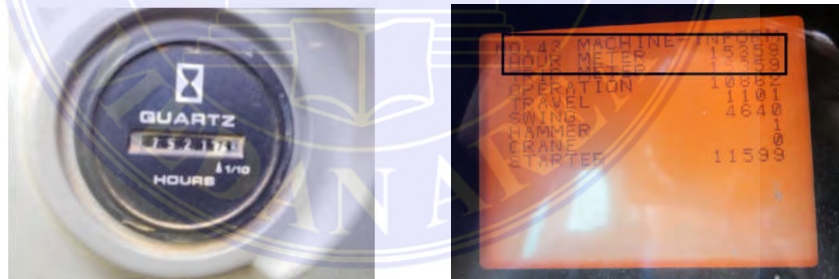
- Mempengaruhi kualitas produksi yang dihasilkan
- Menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi
- Harga dari fasilitas tersebut cukup besar dan mahal

Tidak perlu menunggu terjadi kerusakan untuk melakukan kegiatan Preventive Maintenance, maka untuk itu preventive Maintenance dibagi kepada :

1. Periodic Maintenance
2. Schedule Overhaul
3. Condition base Maintenance

### 2.2.1.1 Perawatan Berkala ( Periodic Maintenance )

Perawatan Berkala adalah pelaksanaan service yang dilakukan setelah peralatan bekerja untuk jumlah jam operasi tertentu. Jumlah jam kerja ini bisa juga kita liat pada pencatat jam operasi kerja yang ada pada Gauge Cluster (Monitor). Seperti gambar 2.2 dibawah ini menunjukkan jumlah jam kerja unit.



**Gambar 2.2 Gauge Cluster**

Sumber : PT. DKCMI

Pelaksanaan Periodic Maintenance adalah :

- a. Periodic Inspection
- b. Periodic Service



### **2.2.1.2. Perawatan Perbaikan ( Schedule Overhaul )**

Perawatan yang dilakukan dengan cara interval tertentu sesuai dengan standart dilakukan terhadap masing masing komponen yang ada. Schedule Overhaul dilaksanakan untuk merekondisikan unit atau komponen agar kembali dalam kondisi standart Factory. Interval waktu yang ditentukan dipengaruhi oleh kondisi yang bermacam macam seperti kondisi medan operasi, periodic service, skill operator dan lain lain. Adapun macam macam overhaul adalah :

1. Engine overhaul
2. Transmission overhaul
3. Final drive overhaul
4. General overhaul

### **2.2.1.3. Condition Base Maintenance**

Condition Base Maintenance adalah perawatan yang dilakukan berdasarkan kondisi unit yang ada. Tujuan pemeriksaan unit secara teratur dan berencana adalah untuk mendapatkan data yang akurat atas kondisi unit. Sebelum melakukan perbaikan, maka harus dilakukan pengecekan, seperti :

1. Pemeriksaan mesin secara keseluruhan
2. Pemeriksaan oli pelumas
3. Pemeriksaan undercarriage

Hasil pengecekan tersebut dapat disimpulkan apakah unit layak untuk di repair, overhaul dan sebagainya.

### **2.2.2 Corrective Maintenance**

Perawatan yang bertujuan untuk mengembalikan unit ke kondisi standart, bisa dilakukan Adjustment ataupun Repair. Berbeda dengan Preventive Maintenance yang dilakukan sebelum timbulnya kerusakan pada unit, Corrective Maintenance dilakukan ketika adanya gejala gejala kerusakan maupun setelah terjadinya kerusakan. Ada 2 jenis Corrective Maintenance :

1. Repair dan adjustment

Perawatan yang bersifat memperbaiki kerusakan yang tidak parah, atau unit belum breakdown.

2. Breakdown Maintenance

Perawatan yang dilakukan setelah unit tersebut sama sekali tidak bisa digunakan. Jika sudah seperti ini umumnya kerusakan kecil menjadi besar dan menyebabkan komponen lain mengalami kerusakan juga.

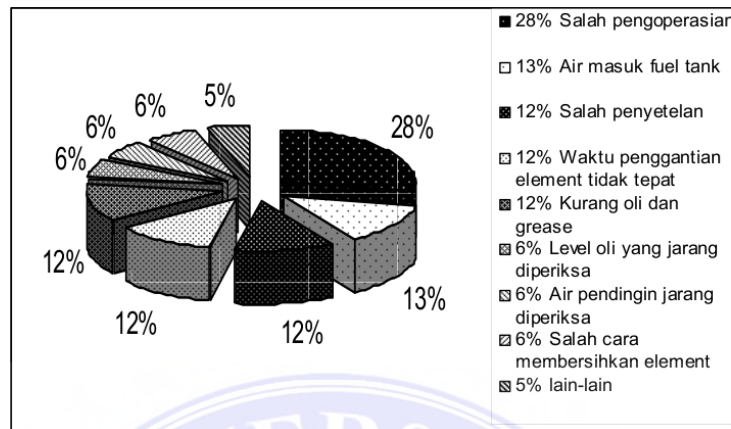
**2.2.3 Perawatan Berjalan ( Running Maintenance )**

Perawatan berjalan merupakan sistem perawatan yang dilakukan pada saat mesin sedang beroperasi, cara perawatan ini termasuk jenis perawatan yang direncanakan.

**2.3 Perawatan yang tidak terencana ( Unplanned Maintenance )**

Perawatan tidak terencana adalah perawatan yang dilakukan dalam keadaan darurat (emergency maintenance). Hanya ada satu bentuk perawatan tidak terencana yaitu perawatan darurat yang didefenisikan sebagai perawatan yang dilakukan setelah adanya gangguan dalam suatu operasi yang apabila tidak

segera dilakukan perbaikan kemungkinan besar akan timbul akibat yang lebih fatal.



**Gambar 2.3 . Kasus Kerusakan Alat Berat**

Kita bisa mengamati dari kurva pada gambar 2.3 diatas, kerusakan akibat kesalahan/kelainan maintenance menduduki porsi tertinggi yaitu :

41 % : Kelainan dalam periodic Maintenance

31 % : Kelainan dalam Daily Inspection

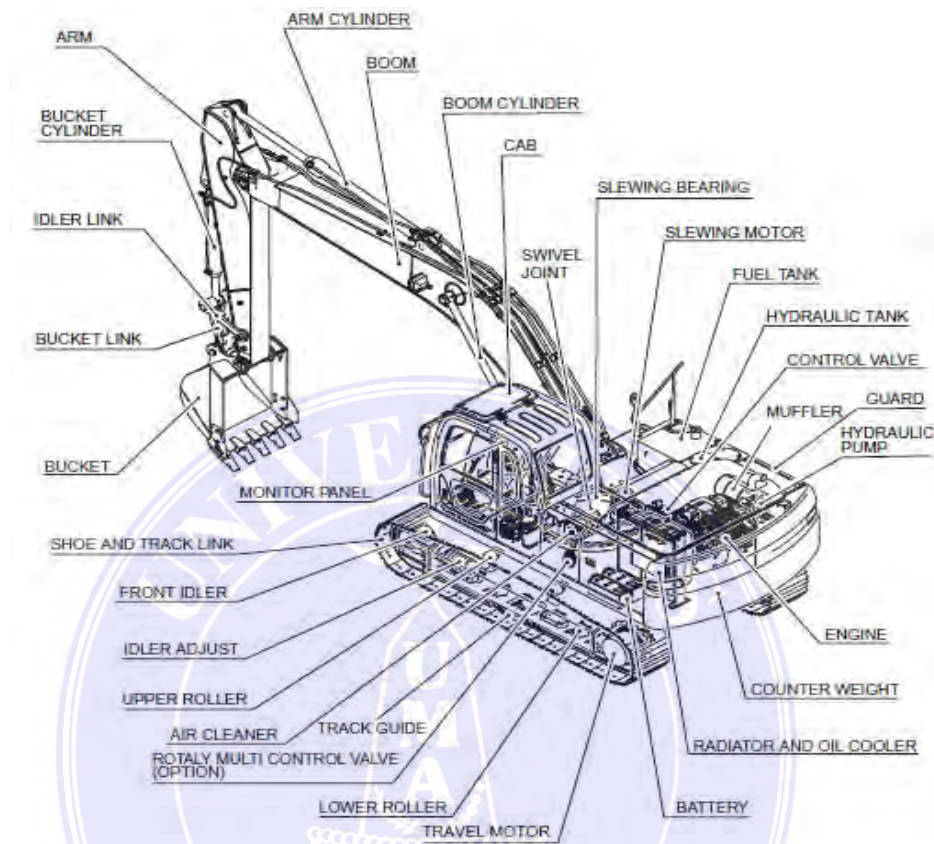
Dengan demikian kesalahan dalam maintenance memiliki porsi 72 %.

Kegiatan service meliputi pekerjaan :

- a. Pengontrolan
- b. Penggantian
- c. Penyetelan
- d. Perbaikan
- e. Pengetesan

Banyak dari mekanik mekanik Customer menganggap maintenance/ perawatan hanya pekerjaan seperti Pergantian Oli, pergantian filter, membersihkan saringan udara dan sebagainya. Terkadang pekerjaan seperti Overhaul, inspeksi mesin, tidak dipandang sebagai pekerjaan maintenance.

## 2.4 Hydraulic Excavator



**Gambar 2.4 : Hydraulic Excavator**

Sumber : PT. DKCMI

Excavator atau Mesin pengeruk adalah alat berat yang terdiri dari batang, tongkat, keranjang dan rumah rumah dalam sebuah wahana putar dan digunakan untuk penggalian (akskavasi). Pada gambar 2.4 kita bisa melihat Excavator keseluruhan dan juga komponen – komponen yang ada. Rumah rumah diletakan di atas kereta bawah yang dilengkapi Roda rantai atau Roda. Ekskavator kabel menggunakan Winch dan Tali besi untuk bergerak. Ekskavator kabel adalah perkembangan alami dari Pengeruk Uap dan sering disebut Power shovel. Semua gerakan dan fungsi dari ekskavator hidrolik menggunakan aksi cairan hidrolik , dengan silinder hidrolik dan motor hidrolik. Dikarenakan pengaktifan

secara linear oleh silinder hidrolik, maka mode operasi mereka berbeda dengan ekskavator kabel.

Ekskavator pertama kali diciptakan pada tahun 1835 oleh William Smith Otis, seorang ahli mekanik asal Amerika Serikat. Pada awalnya ekskavator dijalankan dengan menggunakan mesin uap dan digunakan sebagai alat penggalian untuk membangun rel kereta api. Pada tahun 1839 William Smith Otis menerima patent atas karya ekskavator temuannya dan kemudian meninggal dunia pada tahun yang sama (1839). Pada tahun 1840 tercatat ada 7 buah ekskavator dan merupakan ekskavator pertama di dunia yang diciptakan oleh William Smith Otis.

#### **2.4.1 Spesifikasi Kobelco SK-200-8S**

Excavator KOBELCO termasuk salah satu produsen yang meraup untung banyak dalam kurun waktu 10 tahun belakangan. Excavator KOBELCO memiliki kelincahan dan kegesitan dalam setiap pergerakannya ditambah lagi dengan hematnya pemakaian bahan bakar, berbeda sekali dengan beberapa kompetitor lainnya yang sudah ada.

Adapun yang membuat kelincahan dan minimnya penggunaan bahan bakar ditunjang oleh beberapa komponen yang memberikan peranan penting terhadap unit Kobelco tersebut.



**Tabel 2.1 : Spesifikasi Hydraulic System**

Hydraulic System	
<b>Pump</b>	
Type	Two variable displacement pumps + one gear pump
Max. discharge flow	2 x 220 L/min, 1 x 20 L/min
<b>Relief valve setting</b>	
Boom, arm and bucket	34.3 MPa (350 kgf/cm <sup>2</sup> )
Power Boost	37.8 MPa (385 kgf/cm <sup>2</sup> )
Travel circuit	34.3 MPa (350 kgf/cm <sup>2</sup> )
Swing circuit	29.0 MPa (296 kgf/cm <sup>2</sup> )
Control circuit	5.0 MPa (50 kgf/cm <sup>2</sup> )
Pilot control pump	Gear type
Main control valve	8-spool
Oil cooler	Air cooled type

Sumber : PT. DKCMI

**Tabel 2.2 : Spesifikasi Unit**

Nama model	SK200	SK210LC	
Jenis mesin	SK200-8	SK210LC-8	
Bobot Kerja	kg	20 400-21.200	20 900-21.600
Ember	Kapasitas STD Bucket	m <sup>3</sup>	0,8 - 1,3
	STD Bucket Opening Width	mm	1.160 (dengan pemotong sisi)
Mesin	Model	HINO J05E	
	Mengetik	Injeksi langsung, air dingin, Mesin diesel 4-putaran dengan turbocharger, intercooler (Sesuai dengan EU (NRMM) Tahap I/II; US EPA Tier III, Peraturan Emisi Gas Buang Jepang terbaru)	
	Nilai output daya kW / mm <sup>-1</sup>	118 / 2.000 (ISO 14396 Tanpa Fan) 114 / 2.000 (ISO 9249 Dengan Fan)	
	Tangki bahan bakar	l	
		370	
Kinerja	Kecepatan Perjalanan	km / jam	6,0 / 3,6
	Kecepatan ayunan	min <sup>-1</sup> (rpm)	12,5 (12,5)
	Kelayakan	% (%)	70 (35)
Sistem Hidraulik	Pompa Mengetik	Dua pompa perpindahan variabel + pompa t gear	
	Tekanan Max. Discharge	MPa (kgf / cm <sup>2</sup> )	37,8 (385)
Kapasitas hidrolis	l	System230 / level tangki 146	

Sumber : PT. DKCMI

## 2.4.2 Spesifikasi pelumas, bahan bakar & cairan pendingin

Excavator KOBELCO yang berada di daratan asia berbeda spesifikasi pelumas yang digunakan, karna temperature dan iklim yang berbeda.

Pada gambar 2.3 di bawah ini akan ditampilkan informasi mengenai spesifikasi minyak, grease, bahan bakar, dan cairan pendingin.

**Tabel 2.3 : Spesifikasi Oli dan Grease**

Components	Type of Lubricant	Capacities (When changed)	Climate Zone								Specified Lubricant		
			-22 -30	-4 -20	14 -10	32 0	50 10	68 20	86 30	104 40			
Hydraulic oil tank	Hydraulic oil	146 Liters (39 Gal)											(KOBELCO BRAND) KW68
		246 Liters (65 Gal)											(KOBELCO BRAND) KW46 (20 L) P/No. KAP3532R157D5
		(Hydraulic system)											(KOBELCO BRAND) KW32 (20 L) P/No. KAP2421Z201D1
Engine oil pan	Engine oil (JASO) [DH-1]	Total volume 20.5 Liters (5.4 Gal)											(KOBELCO BRAND) JASDDH-1 P/No. KAPYN01T01053D1 (20 L)
		14 level 18.0 Liters (4.8 Gal)											
		15 Liters (4.0 Gal)											SAE 15W-40
Swing motor reduction unit	Gear oil	3.0 Liter (0.8 Gal)											(KOBELCO BRAND) A.P. classification for "service GL-4" P/No. KAPG90020.
Travel motor reduction unit		5.3 Liter X 2 (1.4 Gal X 2)											
Swing motor reduction unit (Housing)	EP grease	1.0 kg											
Attachment pins		16 places											
Slewing ring gear		1 place											(KOBELCO BRAND)
Track tension Adjustment		2 places											Extreme pressure multipurpose grease No.2*2
Operating lever (Pilot valve)		As required											
Swing gear		8.6 kg (19 lbs)											
Fuel tank	Diesel fuel	370 Liters (98 Gal)											ASTM D-975 Grade 2-D
													ASTM D-975 No.2
													ASTM D-975 No.1
Radiator (Reserve tank)	Engine coolant (Antifreeze)	6.5 L Total volume 22 L										(KOBELCO BRAND) If commercial coolant is used, the mixing rate should conform with the specified.*1 P/No. KAPLLC95-20 (20 L)	

Sumber : PT.DKCM I

## 2.5 Jadwal Perawatan Periodik

Perawatan periodik adalah perawatan yang dilakukan dalam selang waktu tertentu. Perawatan periodik meliputi check up harian , perawatan 10 jam operasi (harian), perawatann 50 jam operasi (mingguan), perawatan 250 jam operasi (bulanan), perawatan 500 jam operasi ( tiga bulan), perawatan 1000 jam operasi (enam bulan), perawatan 2000 jam operasi (satu tahun).

### 2.5.1 Check up Harian

Sebelum engine distart, berjalanlah mengitari mesin untuk menegecek baut atau mur- mur yang kendur, minyak, bahan bakar atau cairan pendingin yang bocor, dan kondisi Attachment serta sistem hidraulik lainnya

### 2.5.2 Perawatan 10 jam operasi ( Harian )

Setelah unit selesai beroperasi, maka melakukan pengecekan dan perawatan adalah suatu hal yang penting, dibawah ini akan di tampilkan perawatan setiap 10 jam operasi. Seperti tabel 2.4 berikut :

**Tabel 2.4 : Perawatan Unit pada 10 jam operasi**

NO	Kegiatan	Keterangan
1	Memeriksa kondisi oli mesin, bahan bakar, air pendingin	Periksa
2	Menguras bahan bakar yang ada di dalam filter	Menguras
3	Memeriksa belt tensioner	Periksa
4	Memeriksa pelumasan turbocharger	Periksa
5	Memeriksa stabilitas, warna gas buang dan kebisingan	Periksa
6	Memeriksa tegangan track	Periksa
7	Memeriksa idler, roller, dan link	Periksa
8	Bubuhkan grease pada setiap pin	Beri pelumasan
9	Memeriksa semua wiring, lampu lampu	Periksa dan uji

Sumber : PT.DKCM I

### 2.5.3 Perawatan 50 jam operasi ( Mingguan)

Diluar dari pemeriksaan dan perawatan berkala harian, maka di setiap 50 jam operasi akan dilakukan perawatan tambahan dari perawatan berkala harian yang telah dilakukan, seperti tabel berikut :

**Tabel 2.5 : Perawatan Unit pada 50 jam operasi**

No	Kegiatan	Keterangan
1	Memeriksa bahan bakar, pelumas & air pendingin	Periksa
2	Membuang air dan endapan pada dasar tangki dan fuel filter	Kuras
3	Setel tegangan track	Setel
4	Bubuhkan grease pada semua pin	Beri pelumasan
5	Memeriksa elektrolite batteray	Periksa

Sumber : PT.DKCM I

#### **2.5.4 Perawatan 100 jam operasi ( Dua Minggu )**

Perawatan 100 jam operasi adalah kegiatan perawatan mingguan dan termasuk juga melakukan kegiatan perawatan 10 jam dan 50 jam. Adapun tambahan kegiatan yang dilakukan pada saat perawatan terlihat pada tabel 2.6 di bawah

**Tabel 2.6 : Perawatan Unit pada 100 jam operasi**

No.	Kegiatan	Keterangan
1	Memeriksa selang karet sistem intake	Periksa
2	Memeriksa komponen dan baut turbocharger	Periksa
3	Memeriksa pipa exhaust dan muffler	Periksa
4	Memeriksa endapan air pada oil pan	Periksa
5	Memeriksa oli swing & travel reduction	Periksa

Sumber : PT.DKCM I



### 2.5.5 Perawatan 250 jam operasi ( Bulanan ) dan 500 jam operasi (3 Bulan)

Pada service 250 jam dan 500 jam operasi kegiatan yang dilakukan hampir sama , namun pada kegiatan 500 jam ada beberapa tambahan, seperti tabel 2.7 di bawah ini :

**Tabel 2.7 : Perawatan Unit pada 250 & 500 jam operasi**

No.	Kegiatan	Keterangan	250 Hr	500 Hr
1	Mengganti Oli Mesin dan filter	Ganti	V	V
2	Mengganti filter solar 2micron,separator 7 micron & 4 micron	Ganti	V	V
3	Bubuhkan grease pada attachment	Beri pelumasan	V	V
4	Bubuhkan grease pada swing bearing	Beri pelumasan	V	V
5.	Bersihkan filter udara (outer) & filter A/C	Bersihkan	V	V
6.	Cek Hose sistem pendingin	Periksa	V	V
7	Cek Belt Tensioner	Periksa	V	V
8.	Memeriksa putaran turbocharger rotor dan impeller	Periksa	V	V
9	Memeriksa baut baut counterweight	Periksa	V	V
10	Memeriksa apakah starter berfungsi	Periksa	-	V
11	Memeriksa intake air heater	Periksa	-	V
12	Berishkan strainer fuel tank	Beri pelumasan	-	V
13	Bubuhkan grease pada slewing ring, universal joint, lock lever,	Beri pelumasan	-	V
14	Memeriksa Refrigeran A/C	Periksa	-	V

Sumber : PT.DKCFI

Keterangan : “V” ( Pergantian) “ – “ (Tidak ada pergantian)

Lama waktu pengerjaan pada service 250 jam adalah 2 jam.

Lama waktu pengerjaan pada service 500 jam adalah 4 jam.

### 2.5.6 Perawatan 1000 jam Operasi ( 6 Bulan )

Pada kegiatan perawatan 1000 jam dilakukan juga kegiatan 250 & 500 jam.

Kegiatan 1000 jam dapat dilihat pada tabel 2.8 di bawah ini :

**Tabel 2.8 : Perawatan Unit pada 1000 jam operasi**

No	Kegiatan	Keterangan
1	Mengganti Oli mesin & Filter	Ganti
2	Mengganti filter solar 2 micron, separator 7 micron & 4 micron	Ganti
3	Mengganti filter udara ( inner & outer )	Ganti
4	Mengganti filter hydraulic, filter breather	Ganti
5	Mengganti filter A/C	Ganti
6	Mengganti Belt A/C dan Engine V- belt	Ganti
7	Bubuhkan grease pada Attachment ( memeriksa silinder dan seal ), swing bearing	Beri pelumasan
8	Mengganti oli Travel reduction & swing reduction	Ganti
9	Memeriksa thermostat dan radiator	Periksa

Sumber : PT.DKCM I

Lama waktu pengerjaan service 1000 jam adalah 6 jam.

### 2.5.7 Perawatan 2000 jam operasi ( Satu Tahun )

Kegiatan 2000 jam dapat dilihat pada tabel 2.9 di bawah :

**Tabel 2.9 : Perawatan Unit pada 2000 jam operasi**

No	Kegiatan	Keterangan
1	Mengganti Oli mesin & filter oli	Ganti
2	Mengganti filter solar 2 micron, separator 7 micron & 4 micron	Ganti
3	Mengganti filter udara ( inner & outer )	Ganti
4	Mengganti Oli hydraulic & filter	Ganti
5	Mengganti filter inline & breather	Ganti
6	Mengganti oli travel reduction & swing reduction	Ganti
7	Mengganti filter A/C	Ganti
8	Mengganti belt A/C & Engine V Belt	Ganti
9	Mengganti Air radiator	Ganti
10	Bubuhkan grease pada attachment dan memeriksa kondisi Silinder dan seal silinder	Beri pelumasan
11	Bubuhkan grease pada swing bearing, swivel joint & Lock Lever	Beri pelumasan
12	Memeriksa batteray	Periksa

Sumber : PT.DKCM I



Lama waktu pengerjaan service 2000 jam adalah 8 jam.

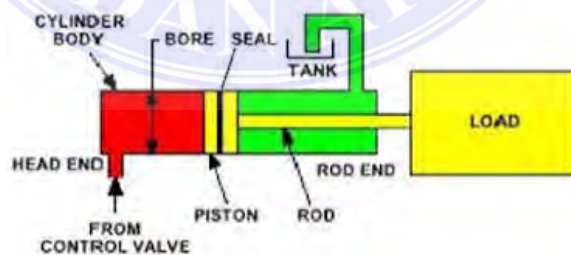
Pada setiap kunjungan Service yang dilakukan oleh Dealer PT. Daya KOBELCO CMI akan diambil Sample Oli hydraulic. Setelah melakukan service maka akan dilakukan performa test dan juga memeriksa hydraulic return pressure pada tanki hydraulic menggunakan Pressure Gauge ( Before – After ).

## 2.6 Silinder Hydraulik

Silinder hydraulic merupakan unit penggerak atau actuator pada system hidrolik alat berat yang berfungsi untuk mengubah tenaga fluida menjadi tenaga mekanik atau gerak. Silinder Hydraulic berfungsi untuk menggerakkan Boom, Arm dan Bucekt. Berdasarkan sistem kerjanya silinder hidrolik terdiri atas Single acting Cylinder (silinder kerja tunggal) dan Double acting Cylinder (silinder kerja ganda).

### ➤ Silinder Kerja Tunggal

Silinder ini disebut kerja tunggal (Ram) karena pada penggunaan cairan hidrolik hanya pada satu sisi piston saja.



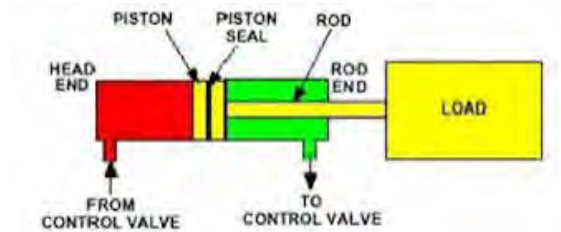
**Gambar 2.5 : Silinder Kerja Tunggal**

Sumber : PT.DKCFMI

### ➤ Silinder Kerja Ganda

Ini merupakan aktuator system hidrolik yang digunakan pada Excavator SK200-8. Silinder ini digunakan dalam pengimplementasian,

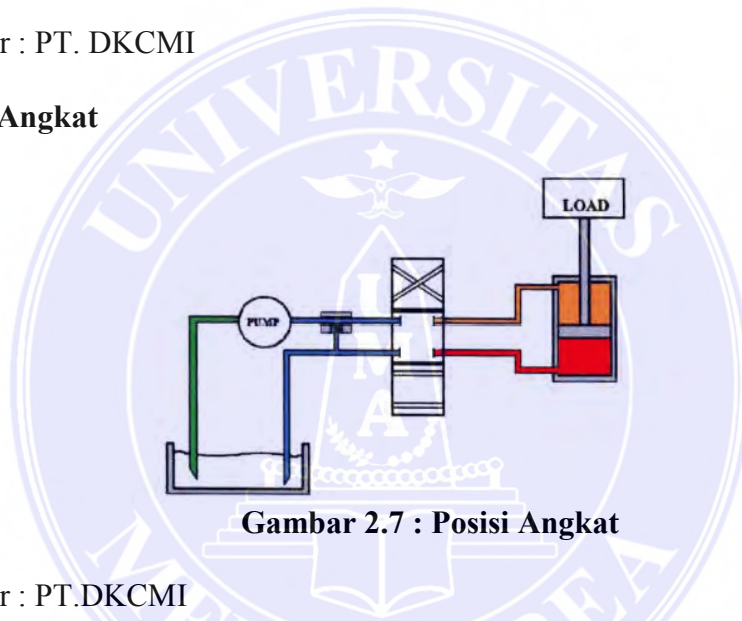
pengemudian dan sistem lain dimana dibutuhkan silinder untuk melakukan kerja dalam dua arah.



**Gambar 2.6 : Silinder Kerja Ganda**

Sumber : PT. DKCMI

### Posisi Angkat

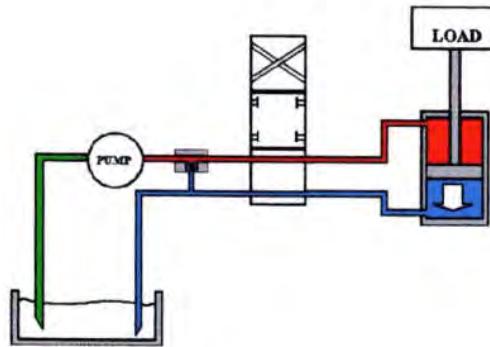


**Gambar 2.7 : Posisi Angkat**

Sumber : PT.DKCMI

Saat mengkisarkan valve, aliran oli akan dialihkan ke bagian ujung dari silinder, piston bergerak keluar dan mengangkat beban. Gerakan dari piston mendorong oli di sisi rod (rod side) keluar dari silinder melalui saluran yang terbuka dan kembali ke tangki. Saat piston berhenti bergerak karena mencapai akhir gerakannya, safety valve akan membuka dan mengarahkan oli kembali ke tangki.

## Posisi Turun

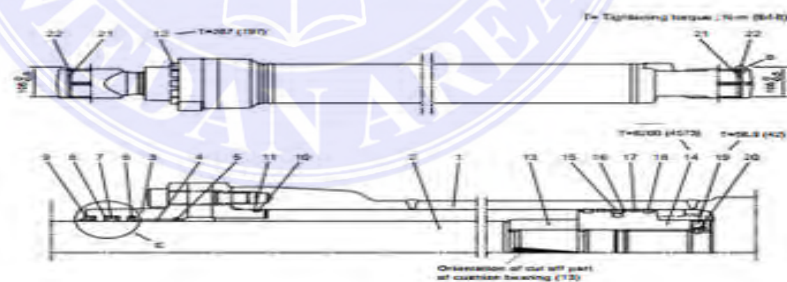


**Gambar 2.8 : Posisi Turun**

Sumber : PT.DKCM I

Dengan mengkisarkan valve pada arah yang lain, akan membalikkan arah aliran oli. Saat ini oli dari pompa memasuki silinder pada sisi rod (rodside) dan menekan piston ke arah bawah, untuk menurunkan beban. Oli pada bagian bawah silinder akan mengalir kembali ke tangki.

## 2.7 Silinder Bucket



**Fig. 24-81 Construction of bucket cylinder**

P/nb: YH01V00153F2 YH01V00153F1		SE. Asks Oceania						
No.	Parts	Q'ty	No.	Parts	Q'ty	No.	Parts	Q'ty
1	Cylinder tube	1	9	Wiper ring	1	17	Slide ring	2
2	Piston rod	1	10	O-ring	1	18	Slide ring	2
3	Rod cover	1	11	Backup ring	1	19	Slit screw; M12	1
4	Bushing	1	12	Socket bolt; M16-75	12	20	Steel ball	1
5	Snug ring	1	13	Cushion bearing	1	21	Pin bushing	4
6	Buffer ring	1	14	Piston	1	22	Wiper ring	4
7	U-ring	1	15	Seal ring	1			
8	Backup ring	1	16	Backup ring	2			

Bucket cylinder 120 mm x 1,080 mm

**Gambar 2.9 : Spesifikasi Silinder Bucket**

Sumber : PT.DKCM I

Bucket adalah bagian dari excavator yang berfungsi sebagai pengambil material untuk dipindahkan dari satu tempat ketempat yang lainnya. Ukuran bucket excavator biasanya tergantung pada operating weight dan aplikasi excavator itu sendiri. Tetapi pada aplikasinya bucket excavator yang di berikan pabrik selalu berukuran standard

Silinder Bucket berfungsi Untuk menggerakkan Bucket mengambil dan membuang beban yang ada dalam bucket.

### **2.7.1 Kerusakan pada Silinder Bucket**

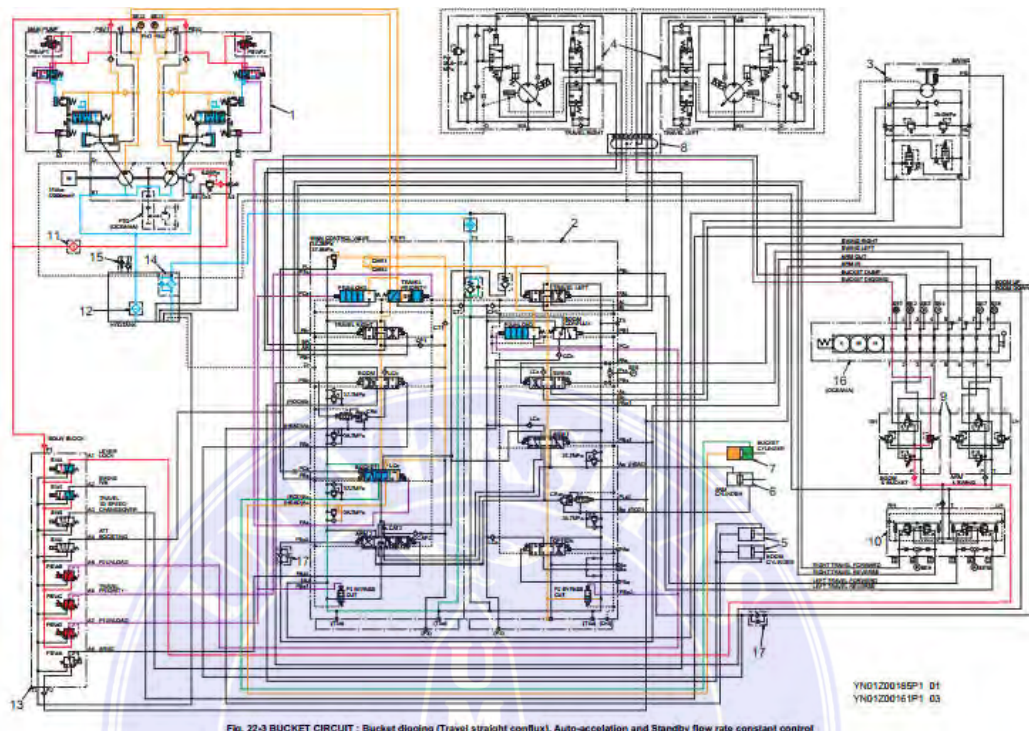
Silinder Bucket merupakan Komponen yang memiliki persentase kerusakan pada attachment. Tentu saja akan membuat kerja unit tidak normal dan jika dibiarkan maka akan menyebabkan kerusakan yang lebih parah baik pada silinder bucket maupun unit secara keseluruhan (Training Text Book 2007).

Berikut ini adalah jenis-jenis kerusakan pada silinder Bucket :

1. Kebocoran oli pada seal silinder Bucket
2. Kebocoran oli pada hose – hose silinder Bucket
3. Piston silinder Bucket Abnormal
4. Oli pada sistem dan silinder Bucket berkurang
5. Seal silinder Bucket Rusak
6. Rod silinder mengalami cacat/ tergores
7. Tekanan hydraulic menuju silinder abnormal



Pada gambar 2.10 dibawah ini adalah bentuk diagram/skema alir pada saat Bucket beroperasi.



**Gambar 2.10 : Diagram Hidraulik Bucket Operation**

Sumber : PT.DKCM

## 2.8 Konsep-konsep Pemeliharaan

### 2.8.1 Konsep Keandalan ( Reliability )

Probabilitas suatu komponen atau sistem akan beroperasi sesuai dengan fungsi yang ditetapkan dalam jangka waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasional tertentu. Keandalan juga berarti kemampuan suatu peralatan untuk bertahan dan tetap beroperasi sampai batas waktu tertentu.

### 2.8.2 Konsep Pemanfaatan ( Utility )

Probabilitas suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki atau dipulihkan kembali pada kondisi yang telah ditentukan selama periode waktu tertentu dimana dilakukan perawatan sesuai dengan prosedur yang seharusnya. Keterawatan suatu peralatan dapat didefinisikan sebagai probabilitas peralatan tersebut untuk bisa diperbaiki pada kondisi tertentu dalam periode waktu tertentu.

### 2.8.3 Konsep Ketersediaan ( Availability )

Ketersediaan ( availability ) adalah probabilitas suatu komponen atau sistem menunjukkan kemampuan yang diharapkan pada suatu waktu tertentu ketika dioperasikan dalam kondisi operasi; tertentu. Ketersediaan mengandung dua komponen utama yaitu keandalan (reliability) dan keterawatan (maintainability). Tingkat keandalan yang rendah dapat diimbangi dengan usaha peningkatan perawatan sehingga tingkat kecepatan aksi perawatan berpengaruh terhadap tingkat ketersediaan sistem.

### 2.8.4 Total Productive Maintenance (TPM)



Gambar 2.11 : Bagan Total Productive Maintenance



*Total Productive Maintenance* memiliki bagan sebagai pengontrolan seperti terlihat pada gambar 2.11 diatas. Total Productive Maintenance (TPM) adalah manajemen perusahaan atau “way of working” yang dikembangkan sejak tahun 1970 oleh JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance). Penerapan TPM dimulai di Jepang dan telah menyebar di banyak negara, antara lain Amerika Serikat, Eropa, India, China, dan Australia (Hasriyono 2009). TPM adalah sebuah budaya kerja khususnya di bidang manufacturing dan operasional. TPM adalah sebuah “manufacturing tools” yang tetap aplikatif dalam semua kegiatan operasional sejak era Toyota Way hingga Lean Six Sigma. Implementasi TPM ini dapat menghemat biaya yang cukup besar dengan meningkatkan produktivitas dari mesin atau peralatan, mesin selalu mengalami breakdown maka tujuan dari TPM adalah mengeliminasi breakdown (Arifianto 2018).

Untuk menerapkan konsep TPM (Total Productive Maintenance) dalam sebuah perusahaan manufaktur, diperlukan pondasi yang kuat dan pilar yang kokoh. Pondasi TPM adalah 5S yaitu *Seiri* (Ringkas), *Seiton* (Rapi), *Seiso* (Resik), *Seikutsu* (Rawat), *Shitsuke* (Rajin) , sedangkan pilar utama TPM terdiri dari 8 pilar atau biasanya disebut dengan 8 Pilar TPM (Eight Pillar of Total Productive Maintenance). 8 pilar TPM sebagian besar difokuskan pada teknik proaktif dan preventif untuk meningkatkan kehandalan Mesin dan peralatan produksi.

#### **Autonomous Maintenance /Jishu Hozen (Perawatan Otonomus)**

Autonomous Maintenance atau Jishu Hozen memberikan tanggung jawab perawatan rutin kepada operator seperti pembersihan mesin, pemberian pelumasan/lubrikasi/minyak dan inspeksi mesin. Dengan demikian, operator atau pekerja

yang bersangkutan memiliki rasa kepemilikan yang tinggi, meningkatkan pengetahuan pekerja terhadap peralatan yang digunakannya. Dengan Pilar Autonomous Maintenance, Mesin atau peralatan produksi dapat dipastikan bersih dan terlubrikasi dengan baik serta dapat mengidentifikasi potensi kerusakan sebelum terjadinya kerusakan yang lebih parah.

### **Planned Maintenance (Perawatan Terencana)**

Pilar Planned Maintenance menjadwalkan tugas perawatan berdasarkan tingkat rasio kerusakan yang pernah terjadi dan/atau tingkat kerusakan yang diprediksikan. Dengan Planned Maintenance, kita dapat mengurangi kerusakan yang terjadi secara mendadak serta dapat lebih baik mengendalikan tingkat kerusakan komponen.

### **Quality Maintenance (Perawatan Kualitas)**

Pilar Quality Maintenance membahas tentang masalah kualitas dengan memastikan peralatan atau mesin produksi dapat mendeteksi dan mencegah kesalahan selama produksi berlangsung.

### **Focused Improvement / Kobetsu Kaizen (Perbaikan yang terfokus)**

Membentuk kelompok kerja untuk secara proaktif mengidentifikasi mesin/peralatan kerja yang bermasalah dan memberikan solusi atau usulan-usulan perbaikan.

### **Early Equipment Management (Manajemen Awal pada Peralatan kerja)**

Early Equipment Management merupakan pilar TPM yang menggunakan kumpulan pengalaman dari kegiatan perbaikan dan perawatan sebelumnya untuk memastikan mesin baru dapat mencapai kinerja yang optimal. Tujuan dari pilar ini adalah agar mesin atau peralatan produksi baru dapat mencapai kinerja yang optimal pada waktu yang sesingkat-singkatnya.

### **Training dan Education (Pelatihan dan Pendidikan)**

Pilar Training dan Education ini diperlukan untuk mengisi kesenjangan pengetahuan saat menerapkan TPM (Total Productive Maintenance). Kurangnya pengetahuan terhadap alat atau mesin yang dipakainya dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan tersebut dan menyebabkan rendahnya produktivitas kerja yang akhirnya merugikan perusahaan.

### **Safety, Health and Environment (Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan)**

Para Pekerja harus dapat bekerja dan mampu menjalankan fungsinya dalam lingkungan yang aman dan sehat. Dalam Pilar ini, Perusahaan diwajibkan untuk menyediakan Lingkungan yang aman dan sehat serta bebas dari kondisi berbahaya. Tujuan Pilar ini adalah mencapai target Tempat kerja yang “Accident Free” (Tempat Kerja yang bebas dari segala kecelakaan).

## **TPM in Administration (TPM dalam Administrasi)**

Pilar selanjutnya dalam TPM adalah menyebarkan konsep TPM ke dalam fungsi TPM adalah proses perawatan yang dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas dengan membuat proses yang dapat diandalkan dan mengurangi kerugian. Tujuan dari TPM adalah menjaga mesin berada dalam kondisi baik tanpa mengganggu proses yang dilakukan sehari-hari, tujuan tersebut dapat tercapai dengan melakukan pemeliharaan secara preventive dan predictive.

Untuk mencapai efektivitas peralatan keseluruhan (overall equipment effectiveness), maka langkah pertama yaitu fokus untuk menghilangkan enam kerugian utama (six big losses). Losses tersebut adalah (Francis Wauters and Jean Mathot 2002) (Six Big Losses) yaitu :

1. Breakdown

Kerugian akibat rusaknya mesin ( Peralatan dan Perlengkapan Kerja )

2. Setup and Adjustments

Kerugian yang diakibatkan perlunya persiapan ulang peralatan dan perlengkapan kerja

3. Small Stops

Kerugian akibat terjadinya gangguan yang menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi secara optimal

4. Slow Running

Kerugian yang terjadi karna mesin berjalan lambat tidak sesuai dengan kecepatan yang diinginkan

5. Startup Defect

Kerugian yang diakibatkan terjadi cacat produk saat startup ( saat awal mesin beroperasi )

#### 6. Production Defect

Kerugian yang terjadi karena banyaknya produk yang cacat dalam proses produksi.

Selain keenam kerugian yang disebutkan diatas, keuntungan lain penerapan Total Productive Maintenance (TPM) adalah dapat menghindari terjadinya kecelakaan kerja dan menciptakan lingkungan kerja yang aman bagi karyawannya.

Beberapa manfaat implementasi sstem TPM adalah:

- Reduksi dalam unplanned downtime
- Meningkatkan kapasitas produksi
- Reduksi biaya perawatan (maintenance cost) dan memperpanjang umur atau masa pakai peralatan
- Operator mesin terlibat aktif dalam memaksimalkan kinerja peralatan
- Menetapkan rencana kebijakan perawatan yang paling baik, termasuk preventive maintenance dan predictive maintenance
- Meningkatkan kualitas produk
- Meningkatkan Overall Equipment Effectiveness (OEE) (Gaspers 2007)

#### 2.8.5 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Objek dari kegiatan produksi adalah meningkatkan produktivitas dengan meminimalkan input dan memaksimalkan output (Nakajima 1988)

Input dapat berupa tenaga kerja, mesin/peralatan, manajemen, dan material. Sementara output terdiri dari PQCDMS (product, quality, cost, delivery, morale).

TPM berusaha untuk memaksimalkan output (PQCDMS) dengan menjaga kondisi ideal operasi dan menjalankan peralatan secara efektif, seperti tiga konsep utama TPM. (Suhendra 2005) yaitu :

1. Memaksimalkan efektivitas peralatan.
2. Pemeliharaan mandiri oleh operator.
3. Aktivitas grup kecil.

Konsep pertama berkaitan dengan usaha untuk memaksimalkan output. Agar output dapat dimaksimalkan maka, peralatan yang ada harus digunakan seefektif mungkin. Suatu peralatan yang rusak, mengalami penurunan kecepatan periode atau tidak tepat (presisi), dan menghasilkan produk cacat.

Keseluruhan kinerja peralatan, akan selalu dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu Availability Ratio, Performance Ratio dan Quality Ratio.

Secara grafis prosedur perhitungan Overall Equipment Effectiveness digambarkan pada gambar 2.5 dimana perhitungan OEE dan semua fungsinya serta kerugian yang terjadi, dilakukan dalam beberapa tahap yang disertai dengan penjelasan yang diuraikan sebagai berikut (Supriyatna 2014).

*Availability Rate* mengukur Efektifitas maintenance peralatan produksi dalam kondisi produksi sedang berlangsung, *Performance Rate* mengukur seberapa efektif peralatan produksi yang digunakan, dan *Quality Rate* mengukur efektifitas proses manufaktur untuk mengeliminasi scrap, rework, dan yield loss.



Keriga unsur tersebut merupakan rasio OEE yang didefinisikan sebagaimana terlihat dalam tabel dibawah ini .

**Tabel 2.10 : Perhitungan Overall Equipment Effectiveness ( OEE )**

Peralatan Produksi		Six Big Loss	Perhitungan OEE
Loading Time			
Operating Time	Downtime Losses	1 Breakdown Loss	Availability = $\frac{\text{Loading Time}}{\text{Downtime Losses}} \times 100\%$
		2 Setup & Adjustment Loss	
Net Operating Time	Speed Losses	3 Chokotei Loss	Performance rate = $\frac{\text{Teoritical cycle time} \times \text{Process amount}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$
		4 Cycle Time Loss	
Valuable Operating Time	Quality Losses	5 Defect Loss	Quality Rate = $\frac{\text{Process amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processes amount}} \times 100\%$
		6 Startup Loss	
<b>OEE = Availability x Performance Rate x Quality Rate</b>			

Sumber : World Class OEE

*Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)* telah menetapkan standart benchmark yang telah dipraktekkan secara luas di seluruh dunia. Berikut OEE Bnechmark tersebut adalah:

- Jika OEE = 100% produksi dianggap sempurna : hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam performance yang cepa, dan tidak ada downtime.
- Jika OEE = 85% produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan goal jangka panjang.
- Jika OEE = 60% produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk improvement.

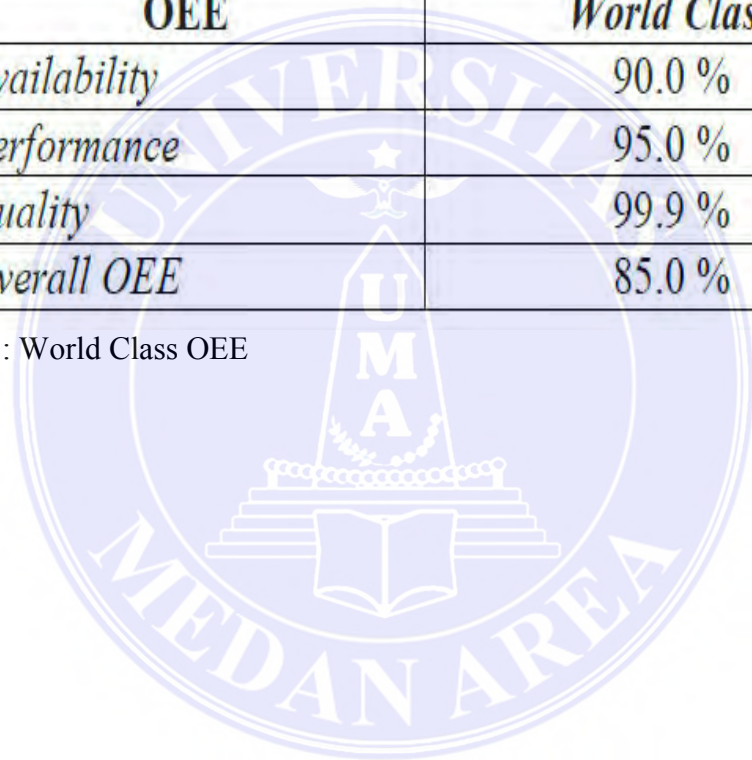
- Jika OEE = 40% produksi dianggap memiliki skor rendah, tapu dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah di-improve melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri alasan-alasan downtime dan menangani sumber-sumber penyebab downtime secara satu persatu.)

Sedangkan standart Benchmark Worldclass yang dianjurkan JIPM, yaitu OEE=85%. Seperti tabel di bawah ini :

**Tabel 2.11 : World Class OEE**

<b>OEE</b>	<b>World Class</b>
<i>Availability</i>	90.0 %
<i>Performance</i>	95.0 %
<i>Quality</i>	99.9 %
<i>Overall OEE</i>	85.0 %

Sumber : World Class OEE



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di PT. Daya KOBELCO Construction Machinery Indonesia yang beralamat di Jalan Krakatau, Komplek KMC ( Krakatau Multi Center ) No. R-26 Medan. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2018 sampai September 2018.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Sebelum melakukan perawatan unit dan termasuk juga didalamnya perawatan attachment Silinder Bucket maka kita perlu mempersiapkan alat – alat dan bahan, diantaranya adalah :

##### **1. Tool Box**

Tool Box adalah peralatan yang harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum melakukan perawatan terhadap unit, diantaranya Palu, Obeng, Kunci Pas & Ring, Ratched dan lain-lain seperti yang terlihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



**Gambar 3.1 : Tool Box**

##### **2. Special Tools**

Peralatan khusus sangat diperlukan dalam pelaksanaan perawatan, diantaranya adalah Radiator Cap Tester, seperti yang terlihat pada gambar 3.2 dibawah ini., Compression Tester dan lain sebagainya, yang berfungsi untuk mengecek besar tekanan kompres dalam tiap silinder dan juga pada radiator.



**Gambar 3.2 : Compression Tester , Radiator Cap Tester**

### 3. Filter Wrench

Filter wrench berfungsi sebagai alat untuk membuka maupun mengencangkan filter (saringan) seperti terlihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



**Gambar 3.3 : Filter Wrench**

### 4. Corong

Corong berfungsi sebagai alat bantu untuk mengeluarkan ataupun memasukkan fluida ( oli,solar ) ke dalam tanki seperti yang terlihat pada gambar 3.4 dibawah ini.



**Gambar 3.4 : Corong**

5. Bak penampung oli

Bak penampung berfungsi untuk menampung oli bekas yang dikeluarkan dari unit. Namun untuk penampungan oli bekas hidraulik, bak penampung yang digunakan adalah drum bekas.



**Gambar 3.5 : Bak penampungan**

6. Belt tension gauge

Belt tensioner berfungsi untuk mengecek tegangan pada Belt, seperti yang terlihat pada gambar 3.6 dibawah ini.



**Gambar 3.6 : Belt Tension Gauge**



### 7. Pressure Gauge

Berfungsi untuk mengecek besarnya tekanan dalam tanki hidraulik. Pengecekan dilakukan sebelum dan sesudah dilakukannya perawatan. Jika tekanan pada tanki  $>0.1$  Mpa, maka Hydraulik return filter Clogging (Buntu )



**Gambar 3.7 : Pressure Gauge**

### 8. Thermometer

Thermometer berfungsi untuk mengecek suhu panas yang ada pada unit. Setelah melakukan perawatan sebelum dilakukan performance test, maka unit terlebih dahulu melakukan warming up hingga suhu unit minimum mencapai  $70^{\circ}\text{C}$ .



**Gambar 3.8 : Thermometer**

### 9. Stopwatch

Stopwatch berfungsi untuk menghitung kecepatan dari kegiatan yang dilakukan oleh unit, seperti Travel speed, swing cycle, attachment Operation dan lain sebagainya.



**Gambar 3.9 : Stopwatch**

#### 10. Multitester

Multitester berfungsi untuk mengukur kuat arus dan tegangan pada battery, dan mengukur tegangan dan hambatan pada tiap tiap komponen kelistrikan yang ada pada unit.



**Gambar 3.10 : Multitester**

#### 11. ASTM Color

ASTM Color adalah pedoman dalam menentukan kondisi Oli Hydraulic, dan melihat apakah ada kontaminasi pada Oli hydraulic seperti yang terlihat pada gambar 3.11 menunjukkan oli dalam keadaan baik.



**Gambar 3.11 : ASTM Color**

## 12. Excavator KOBELCO SK-200-8S

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah satu unit Excavator KOBELCO SK200-8S. Seperti yang terlihat pada gambar 3.12 di bawah ini.



**Gambar 3.12 : Excavator KOBELCO**

### 3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan studi literature untuk memperoleh data-data yang lengkap untuk objek yang akan diteliti. Literature yang penulis gunakan bersumber dari Manual Book di PT.DKCI medan beserta referensi yang ada dari internet.

Setelah melakukan studi literature tahap selanjutnya adalah pembuatan proposal tugas akhir dan setelah itu dikonsultasikan dengan dosen pembimbing. Setelah itu penulis akan melakukan pengambilan data di PT. DKCMI medan. Variabel pada penelitian ini adalah :

- Variabel Bebas yaitu penjadwalan pemeliharaan Excavator dengan metode Total Productive Maintenance

- Variabel Terikat yaitu : Pengurangan waktu downtime, set-up Excavator, waktu pemakaian Excavator

Data yang telah terkumpul akan dilakukan perhitungan dan analisa data mengenai konsep konsep pemeliharaan silinder Bucket. Hasil dari perhitungan dan analisis tersebut dikonsultasikan kepada dosen pembimbing. Apabila analisis dirasa kurang maka penulis akan melakukan pengambilan data kembali dan melakukan perhitunga dan analisis kembali. Setelah perhitungan dan analisis data maka selanjutnya penyusunan laporan tugas akhir.

### **3.4 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan penulis untuk melakukan penelitian analisa mengenai konsep konsep pemeliharaan silinder Bucket adalah :

#### **1. Metode Studi Pustaka**

Metode ini dilakukan dengan membaca buku-buku sebagai referensi yang berupa manual book, serta buku-buku penunjang lainnya mengenai perawatan alat berat (Excavator).

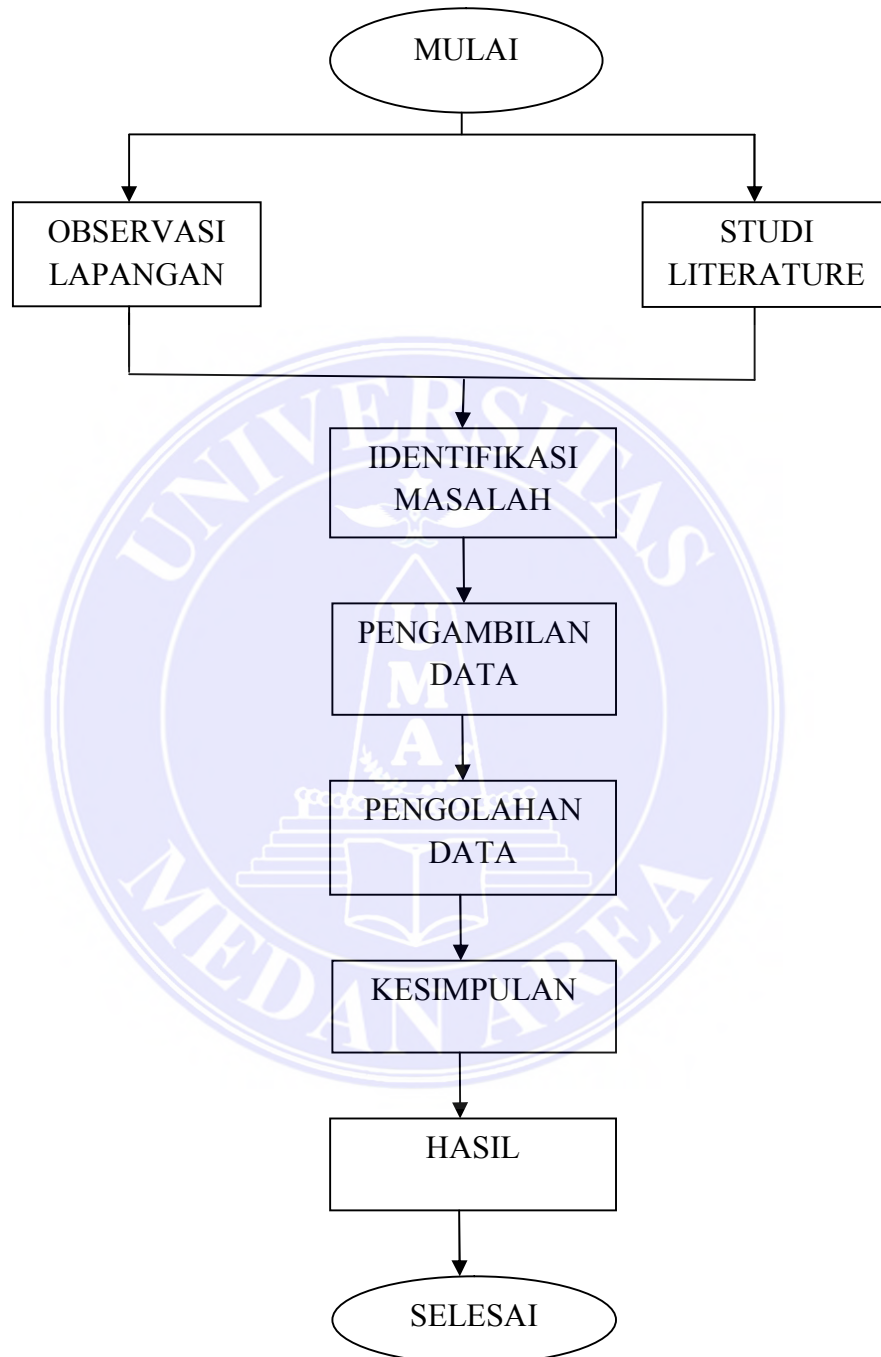
#### **2. Metode Studi Lapangan**

Metode ini dilakukan dengan pengamatan langsung dan mengumpulkan data-data yang diperlukan sebagai parameter.

#### **3. Metode Pengolahan dan Analisa Data**

Metode ini dilakukan untuk mengolah data yang diperoleh dan melakukan analisa pada nilai – nilai yang ada pada konsep pemeliharaan.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.13 : Bagan Alir Penelitian**





## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengumpulan Data

Alat Berat yang menjadi objek penelitian adalah Kobelco SK200-8 dengan Serial Number YN12-T10223, jika alat ini mengalami kerusakan maka proses quarry pada site akan mengalami masalah. Untuk pengukuran Efektivitas dengan metode OEE pada Excavator dibutuhkan data dari sumber laporan Product Support PT. DKCMI medan yaitu :

1. Data waktu Down Time
2. Planned Down Time
3. Data waktu Set up Excavator
4. Data waktu pemakaian Excavator

#### 4.2 Pengolahan Data

##### 4.2.1 Menghitung nilai Availability, Performance dan Quality dengan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Adapun analisa yang dilakukan adalah perhitungan yang meliputi : *equipment availability, performance efficiency, rate quality, OEE, OEE six big losses*. Dalam melakukan analisa terlebih dahulu mengetahui tahap-tahap pelaksanaan sehingga bisa terkumpul data-data yang dibutuhkan dan dapat disimpulkan.

Analisa OEE dilakukan dengan membandingkan nilai OEE yang diperoleh dengan nilai OEE standar yang terdapat pada referensi- referensi yang ada. Jika nilai OEE yang diperoleh lebih besar dari 85 %, maka nilai OEE pada sistem perawatan

tersebut dapat dikatakan memenuhi standar, dan apabila nilai OEE yang diperoleh kurang dari 85%, maka nilai OEE tersebut dibawah standar dan perlu dilakukan penerpan TPM untuk meningkatkan nilai OEE tersebut.

$$OEE = \text{Availability} \times \text{performance efficiency} \times \text{rate of quality product} \quad 100 \%$$

Kondisi operasi mesin tidak akan akurat jika didasari oleh perhitungan satu faktor saja, misal performance efficiency saja.

### 1. Availability

*Availability* merupakan rasio operation time unit terdapat waktu loading time-nya.

Sehingga dapat menghitung availability mesin dibutuhkan nilai dari :

a. Operation Time

b. Loading Time

c. Downtime

Nilai *Availability* dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\text{Loading Time} - \text{Down Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

**Tabel 4.1 : Data Breakdown, Pemeliharaan, waktu setup dan waktu pemakaian Excavator**

Periode	Total waktu kerusakan (jam)	Total waktu pemeliharaan (jam)	Total waktu setup (jam)	Total Available Time (jam)
Maret	7,30	23,50	7,00	270
April	7,10	24,00	7,00	275
Mei	4,30	22,30	3,50	272
Juni	3,50	22,00	3,20	272

Sumber : PT. DKCMI

Loading time adalah waktu yang tersedia perhari/ perbulan dikurangi dengan waktu downtime mesin yang direncanakan. Perhitungan Loading time ini dapat ditulis sebagai berikut :

Loading Time = Total Availability time – planned down time

Operation time adalah total waktu proses yang efektif. Dalam hal ini operation time merupakan hasil pengurangan loading time dengan down time.

Operation Time = Loading Time – Down Time

Down Time = Breakdown + Setup

Nilai availability excavator SK200-8 untuk bulan maret 2018 adalah sebagai berikut

$$\text{Loading time} = 270 - 23,50 = 246,5$$

$$\text{Down time} = 7,30 + 7,00 = 14,30$$

$$\text{Operation time} = 246,5 - 14,30 = 232,2$$

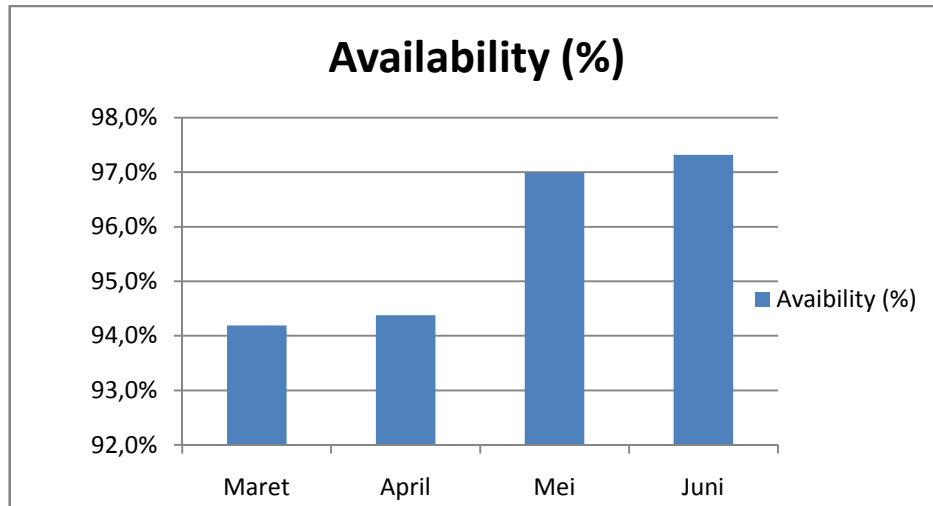
$$\text{Availability} = \frac{(246,5 - 14,30)}{246,5} \times 100\% = 94,19 \%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung *Availability* sampai periode juni 2018 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.2 : Nilai Availability**

Bulan	Loading time (jam)	Total down time (jam)	Operation time (jam)	Availability (%)
Maret	246,5	14,30	232,2	94,19
April	251	14,10	236,9	94,38
Mei	249,7	7,50	242,2	96,99
Juni	250	6,70	243,3	97,32

Sumber : Pengolahan Data



**Gambar 4.1 : Kurva nilai Availability**

Sumber : Pengolahan Data

Seperti yang terlihat pada gambar 4.1 di atas, kita bisa melihat adanya peningkatan di setiap bulannya.

## 2. Performance Efficiency

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{processed Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{operation time}} \times 100\%$$

Ideal cycle time adalah siklus yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak mengalami hambatan.

$$\text{Kapasitas Bucket} = 0,9 \text{ m}^3 \quad \text{Faktor Bucket (K)} = 1,0$$

$$\text{Faktor efisiensi (E)} = 0,8 \quad \text{Cycle Time (CM)} = 28 \text{ detik} \rightarrow 28/3600 = 0,0078 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi persiklus, } q = ql \times K$$

$$= 0,9 \times 1,0 = 0,9 \text{ m}^3$$

$$\text{Produksi perjam, } Q = q \times \frac{3600}{CM} \times E$$

$$= 0,9 \times \frac{3600}{28} \times 0,8 = 92,57 \text{ m}^3/\text{jam} = 9,25 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Produksi perhari} = 9,25 \text{ ton/jam} \times 10,5 \text{ jam} = 97,12 \text{ ton/hari}$$



Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung performance efficiency sampai periode juni 2018 dapat dilihat dari tabel di bawah ini :

**Tabel 4.3 : Data total angkutan per jam, angkutan perbulan dan total angkutan yang gagal**

Bulan	Total Availability (jam)	Total product processed/bulan (ton)	Total defect amount (ton)	Total actual processed/jam (ton)
Maret	270	2497,5	335	9,25
April	275	2516,2	345	9,15
Mei	272	2524,1	339	9,28
Juni	272	2532,3	330	9,31

Sumber : PT.DKCM I

Dari data diatas, maka perhitungan performance effesiensi di bulan maret seperti di bawah ini,

$$\frac{\text{processed Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{operation time}} \times 100\%$$

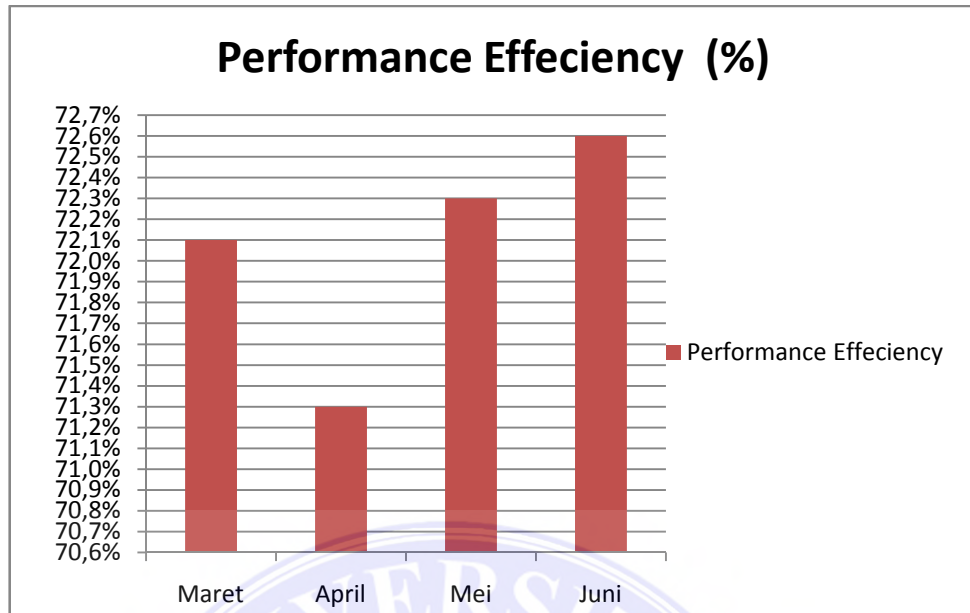
$$= \frac{2497,5 \times 0,0078}{270} \times 100\% = 72,1 \%$$

Dengan menggunakan rumus yang sama, maka hingga periode Juni dapat dilihat seperti tabel di bawah.

**Tabel 4.4 : Nilai Performance Effesiensi**

Bulan	Total Product Processed (ton)	Cycle Time (jam)	Operation Time (jam)	Performance Effeciency (%)
Maret	2497,5	0,0078	270	72,1
April	2516,2	0,0078	275	71,3
Mei	2524,1	0,0078	272	72,3
Juni	2532,3	0,0078	272	72,6

Sumber : Pengolahan Data



**Gambar 4.2 : Kurva Nilai Performance Efficiency**

Sumber : Pengolahan Data

Adanya peningkatan performa unit di periode mei – juni, seperti yang terlihat pada gambar 4.2 di atas.

### 3. Rate of Quality Product

Rate of quality product adalah rasio jumlah produk/daya angkut yang baik terhadap jumlah angkut yang diproses/rencanakan. Jadi *Rate of Quality product* adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor berikut :

1. Processed amount ( jumlah angkut yang diperoleh )
2. Defect amount ( jumlah angkut yang gagal dalam proses pengangkutan )

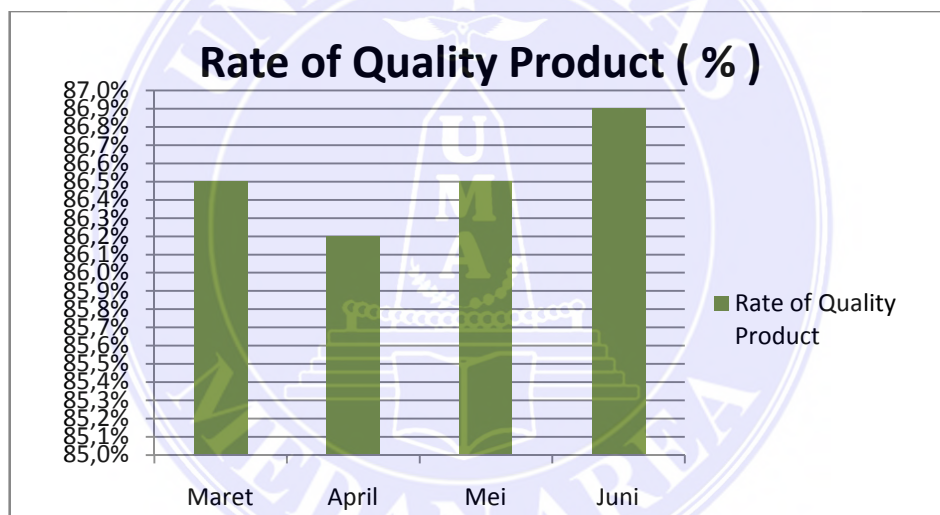
$$\begin{aligned} \text{Rate of quality product} &= \frac{\text{processed amount} - \text{defect amount}}{\text{processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{2497,5 - 335}{2497,5} \times 100\% = 86,5\% \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung rate of quality product sampai periode juni 2018 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.5 : Nilai Rate of Quality Product**

Bulan	Total Product Proceesed (ton)	Total Defect Amount (ton)	Rate of Quality Product (%)
Maret	2497,5	335	86,5
April	2516,2	345	86,2
Mei	2524,1	339	86,5
Juni	2532,3	330	86,9

Sumber : Pengolahan Data



**Gambar 4.3 : Kurva Rate of Quality Product**

Sumber : Pengolahan Data

Di periode juni terlihat *Rate of Quality* mendekati angka 70%, menunjukkan bahwa pelaksanaan TPM hampir maksimal, seperti yang terlihat pada gambar 4.3 di atas. Setelah didapat perhitungan avaibility, performance, dan rate of quality maka kita bisa menghitung nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada unit Excavator SK200-8

$$OEE = \text{Avaibility} \times \text{Performance Effeciency} \times \text{Rate of Quality} \times 100\%$$

$$= 94,19 \times 72,1 \times 86,5 \times 100\%$$

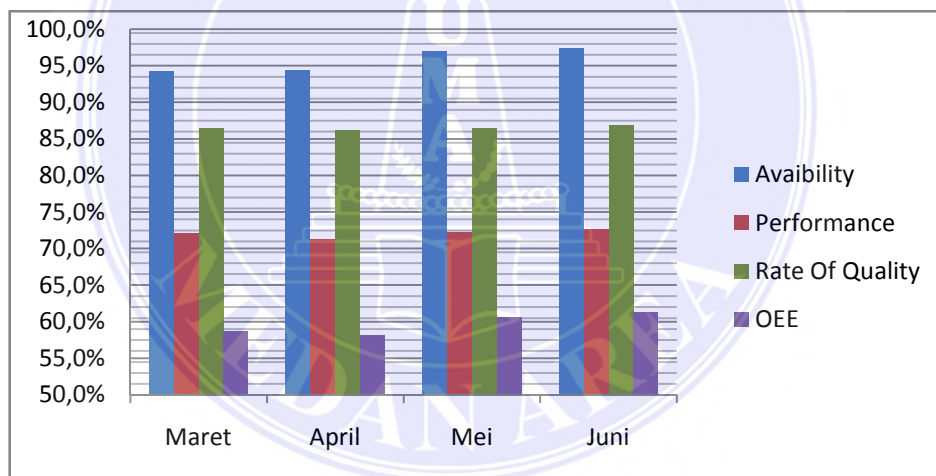
$$= 58,7 \%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk menghitung OEE sampai periode Juni 2018 dapat dilihat dari tabel dibawah ini :

**Tabel 4.6 : Nilai Overall Equipment Effectiveness**

Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality (%)	OEE (%)
Maret	94,19	72,1	86,5	58,7
April	94,38	71,3	86,2	58,1
Mei	96,99	72,3	86,5	60,6
Juni	97,32	72,6	86,9	61,3

Sumber : Pengolahan Data



**Gambar 4.4 : Kurva Nilai Overall Equipment Effectiveness ( OEE )**

Sumber : Pengolahan Data

Jika kita mengacu pada standart yang ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yang telah dipraktekkan secara luas di seluruh dunia, penelitian yang dilakukan selama 4 bulan, kita bisa melihat setiap bulannya mengalami peningkatan nilai OEE, pada bulan juni nilai OEE yang terhitung adalah 61.3% masuk dalam kategori skor 60% (produksi dianggap wajar, tapi

menunjukkan perlunya improvement pada sektor Periodical service maupun preventive maintenance , yang akan membantu peningkatan pada nilai performance dan nilai quality rate seperti yang terlihat pada gambar 4.4 di atas.

### 4.3 Performance Test

Sebelum pelaksanaan program *Total Productive Maintenance* (TPM) terlebih dahulu dilakukan pengambilan data melalui Performance Test, seperti tabel dibawah ini :

**Tabel 4.7 : Performance Test Before Total Productive Maintenance ( TPM )**

No	Inspection Item	Measuring Poss.	Std. Value	Measured	Measuring Cond.
1	ASTM color Hyd. Oil	Hyd. Oil Tank	1.5 – 3.5	4	Sampling
2	Hyd. Temparture	Surface Temp. near C/V	45 - 50	51	Thermo Gun
3	Eng. Speed H-mode	Gauge Cluster	2140 - 2200	2140	Full Throttle, high
4	Eng. Speed S-Mode	Gauge Cluster	1930 - 1980	1932	A/C off, Hi- idle
5	Eng. Speed Decel	Gauge Cluster	1170- 1230	1174	Hi- idle
6	Pilot Pressure	G pump	5 Mpa	4.4 Mpa	Hi- Idle
7	Power Boast		37.8 Mpa	30.5 MPa	Bucket Dig
8	Boom		37.8 Mpa	32.5 Mpa	Boom Up
9			39.7 Mpa	33.7 Mpa	Boom Down
10	Arm		39.7 Mpa	33.7 Mpa	Arm Out
11			37.8 Mpa	32.5 Mpa	Arm In
12	Bucket	Main Pump	37.8 Mpa	32.5 Mpa	Bucket Dump
13			39.7 Mpa	33.7 Mpa	Bucket Dig
14	Swing		29.0 Mpa	29.0 Mpa	Swing RH
15			29.0 Mpa	29.0 Mpa	Swing LH
16	Travel		34.3 Mpa	30.2 Mpa	Travel FW
17			34.3 Mpa	30.2 Mpa	Travel RV

Sumber ; PT. DKCMI



Dari tabel diatas maka kita bisa melihat bahwa di bulan february sebelum dilakukannya Preventive Maintenance, unit sudah mulai mengalami gangguan dalam kinerja mesin dan hydraulic system terlihat dari performance test yang dilakukan. Pada saat unit beroperasi tanpa beban, kinerja dari semua attachment berada di bawah nilai standart dan juga nilai cycle time yang tidak standart yaitu 40 detik. Ini sangat mempengaruhi Nilai OEE. Untuk itu setelah dilakukannya performance test, maka dilakukan proses Preventive Maintenance secara berkala mulai dari periode Maret – juni 2018. Di bulan juni dilakukan pengambilan data melalui performance test, data yang diperoleh sebagai berikut :

**Tabel 4.8 : Performance test After Total Productive Maintenance (TPM)**

No	Inspection Item	Measuring Poss.	Std. Value	Measured	Measuring Cond.
1	ASTM color Hyd. Oil	Hyd. Oil Tank	1.5 – 3.5	2	Sampling
2	Hyd. Temparture	Surface Temp. near C/V	45 – 50	47	Thermo Gun
3	Eng. Speed H-mode	Gauge Cluster	2140 – 2200	2200	Full Throttle, high
4	Eng. Speed S-Mode	Gauge Cluster	1930- 1980	1978	A/C off, Hi-idle
5	Eng. Speed Decel	Gauge Cluster	1170-1230	1200	
6	Pilot Pressure	G pump	5 Mpa	5 Mpa	Hi- Idle
7	Power Boast		37.8 Mpa	37.0 MPa	Bucket Dig
8	Boom		37.8 Mpa	37.5 Mpa	Boom Up
9			39.7 Mpa	38.7 Mpa	Boom Down
10	Arm		39.7 Mpa	39.7 Mpa	Arm Out
11			37.8 Mpa	37.8 Mpa	Arm In
12	Bucket		Main Pump	37.8 Mpa	37.8 Mpa
13		39.7 Mpa		39.7 Mpa	Bucket Dig
14	Swing	29.0 Mpa		29.0 Mpa	Swing RH
15		29.0 Mpa		29.0 Mpa	Swing LH
16	Travel	34.3 Mpa		34.3 Mpa	Travel FW
17			34.3 Mpa	34.3 Mpa	Travel RV

Sumber : PT.DKCFMI

Down Time adalah Jumlah waktu dimana suatu equipment tidak dapat beroperasi karena adanya kerusakan ( failure ) dan penyetelan ( Setup).

**Tabel 4.9 : Data BreakDown Time Unit**

No.	Serial Number	Breakdown				Keterangan	Waktu (Jam)
		Mar et	Apri l	Me i	Ju ni		
1	YN12-T10223	V	-	-	-	Tekanan pompa abnormal Link H&I tidak presisi All Attch kurang grease Fuel filter clogged Baut hose sil. Bucket kendor Muncul Error Code pump Setup pressure hydraulic	14,3
2	YN12-T10223	-	V	-	-	Hose Sil Bucket Pecah Error code muncul Pressure Hyd drop Adjustment A dan B Seal Cyl Bucket Bocor Oil Hyd Kontaminasi Oil Engine Kontaminasi Shim Bucket lepas	14,1
3	YN12-T10223	-	-	V	-	Hyd Filter Clogged Air Cleaner Clogged Voltage Batteray Kurang Attach kurang Grease Tekanan Hyd Pump abnormal Setup pressure Hose sil Bucket Kendor	7,8
4	YN12-T10223	-	-	-	V	Pilot Filter Clogged Turbocharge Bocor Setup Pressure	6,7

Sumber : PT.DKCFMI

Keterangan : “V” menunjukkan periode yang sedang berlangsung

Dari tabel downtime diatas, terlihat bahwa di bulan maret – april silinder bucket mengalami kerusakan yang membuat excavator mengalami downtime. Maka pada periode Mei – Juni telah dilakukan Preventive Maintenance, untuk mengurangi angka downtime excavator terhadap kerusakan silinder Bucket.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi timbulnya kerusakan silinder bucket pada SK200-8 yaitu :

➤ Faktor External

Faktor External adalah faktor – faktor dari luar sistem kerja unit yang mempengaruhi timbulnya kerusakan pada silinder Bucket, diantaranya adalah

1. Medan Kerja

Alat berat excavator bekerja di berbagai medan kerja diantaranya : Rawa, tebing, mining, plantation, quarry, dan sebagainya. Medan kerja menjadi faktor penting dalam mempengaruhi kerusakan pada silinder bucket dan komponen – komponen lainnya. Attachment beroperasi dengan menggerakkan bucket, arm, dan boom. Dalam aplikasinya ketika bucket beroperasi mengangkut material seperti : batu, pasir, kayu, logam dan sebagainya, membuat resiko silinder bucket bergesekan dengan material angkut dan juga material di sekitar medan kerja sangat tinggi.

2. Cuaca

Cuaca dapat mempengaruhi timbulnya kerusakan dari silinder Bucket. Seperti contoh :Unit yang bekerja di areal tambang, beroperasi di musim panas, akan membuat material abu dan debu bertebaran di sekitar areal kerja, lalu debu menempel di setiap komponen unit, termasuk silinder bucket, pada saat bucket membuka dan menutup membuat Rod pada silinder bucket maju dan mundur pada silinder, debu itu mengendap pada permukaan seal dust ( pelindung abu), dan lama kelamaan akan membuat goresan pada rod.

➤ Faktor Internal

Faktor internal adalah faktor faktor yang ada di dalam sistem kerja unit yang mempengaruhi timbulnya kerusakan pada silinder Bucket, diantaranya adalah :

1. Kontaminasi Oil Hydraulic

Kontaminasi oli hydraulic diakibatkan oleh kebocoran pada sistem hydraulic yang membuat material dari luar masuk ke dalam sistem. Seperti contoh : kebocoran seal, tube pecah, hose robek dan sebagainya, membuat oli terkontaminasi dengan material dari luar, akibatnya sistem b mengalami masalah, dan filter filter mengalami clogging ( buntu ).

2. Kontaminasi Oil Engine

Kontaminasi oli engine diakibatkan oleh adanya kebocoran pada sistem engine maupun bahan bakar seperti contoh : rusak/pecahnya gasket pada cover silinder head, kebocoran pada turbocharge, masuknya air melalui muffler. Membuat oil engine terkontaminasi dengan material lain. Membuat sistem pembakaran menjadi tidak sempurna dan sistem pelumasan juga mengalami gangguan, dan efek terbesar dapat membuat engine overheat dan jammed.

3. Umur pakai sparepart ( Lifetime )

Umur pakai pada part – part yang digunakan juga mempengaruhi kinerja dan pengoperasian unit. Seperti yang kita tahu, part yang tidak orisinal Memiliki umur yang singkat dan banyak sekali komponen yang tidak orisinal memiliki bentuk yang tidak sesuai dengan komponen yang asli sehingga menyebabkan pengoperasian abnormal. Setiap part memiliki batas umur penggunaan. Jika sudah mencapai batas maka part tersebut

akan rusak, dan jika terus dipakai maka akan menyebabkan part part lain mengalami kerusakan.

4. Pengoperasian operator

Dalam kinerja unit, hal yang berperan penting lainnya adalah pengoperasian operator, oleh karna itu sebaiknya operator alat berat selalu diberikan training –training mengenai pengoperasian unit dan perawatannya.

5. Preventive Maintenance yang tidak teratur

Kerusakan pada unit dan kerusakan pada silinder bucket juga dapat terlihat dalam pelaksanaan Preventive Maintenance maupun Corrective Maintenance yang dilakukan.

6. Inspeksi Harian yang tidak teratur

Inspeksi atau pengecekan harian juga berperan penting menyebabkan kerusakan pada silinder bucket maupun unit, untuk itu sebelum dan sesudah unit beroperasi kewajiban operator adalah melakukan pengecekan secara berkala.

7. Adjustment yang tidak dilakukan

Adjustment yang tidak dilakukan dapat menyebabkan kerusakan pada silinder maupun unit. Untuk itu pentingnya kesadaran operator maupun mekanik dalam merespon sesuatu yang tidak biasa dalam pengoperasian unit, mulai dari tekanan pompa hydraulic, control valve, engine dan sebagainya.



#### **4.4 Usulan Penyelesaian Masalah**

Pelaksanaan Preventive Maintenance mencakup pada prinsip Total Product Maintenance (TPM) untuk meningkatkan produktifitas dan efesiensi pada excavator adalah dengan melakukan metode OEE untuk mengetahui factor – factor utama TPM yang menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan pada excavator. Secara singkat ke delapan pillar tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

##### **1. Autonomous Maintenance**

Tujuan dari kegiatan AM adalah tercapainya kondisi mesin yang stabil sesuai dengan standardnya (standard performance) dan meningkatkan kemampuan operator untuk melakukan pemeliharaan secara rutin dengan cleaning, inspeksi dan mendeteksi keadaan abnormal.

##### **2. Plant Maintenance (Effective Maintenance)**

Kegiatan PM bertujuan untuk mengurangi variability umur pakai dari mesin dan part-partnya, sekaligus menerapkan upaya-upaya untuk memperpanjang umur dari mesin-mesin tersebut.

##### **3. Focused Improvement**

Semua kegiatan dengan memaksimalkan/menigkatkan efisiensi mesin melalui kegiatan-kegiatan menghilangkan rugi-rugi dan meningkatkan kinerja.

##### **4. Quality Maintenance**

Kegiatan yang berkaitan untuk menetapkan standard mesin sehingga tidak menghasilkan produk yang cacat. Mencegah cacat quality yang terjadi secara bersamaan. Quality Maintenance didasarkan pada 2 aspek kegiatan: Kaizen dan AM.

## 5. Early Product and Machine Management

Kegiatan yang menitik beratkan pada penurunan waktu yang dibutuhkan untuk pengembangan produk dari ide hingga produksi penuh (Vertical start up – free of bugs and right first time).

## 6. Training

Kegiatan pelatihan yang bertujuan menghasilkan kompetensi tentang peralatan dan mesin yang digunakan pada karyawan. Kegiatan training ini bersifat di dalam kelas maupun praktek langsung di lapangan. Pillar ini merupakan kunci sukses proses pengembangan TPM.

## 7. Health Safety Environment

Rangkaian kegiatan yang bertumpu pada perilaku manusia terhadap keselamatan kerja, keamanan mesin dan kepemimpinan. Pillar ini didasarkan pada seluruh pillar yang lain.

## 8. TPM in Office (Administration)

Kegiatan-kegiatan yang akan mengidentifikasi dan mengurangi tugi-rugi waktu yang berakibat pada panjangnya waktu untuk keperluan administrasi. Diharapkan pillar ini akan mempercepat “speed” dari kegiatan administrasi.

Penelitian empiris yang pernah dilakukan menyebutkan kegiatan TPM yang dilakukan secara “benar” akan menghasilkan:

30% Labour productivity improvement

85% Operational Efficiency

90% Reduction in product defects

50% Reduction in product inventories

30% Reduction in maintenance costs

Zero Safety, Environmental problems

#### **4.5 Perawatan Silinder Bucket**

Cara perawatan Silinder Bucket pada SK200-8 agar Awet dan aman digunakan

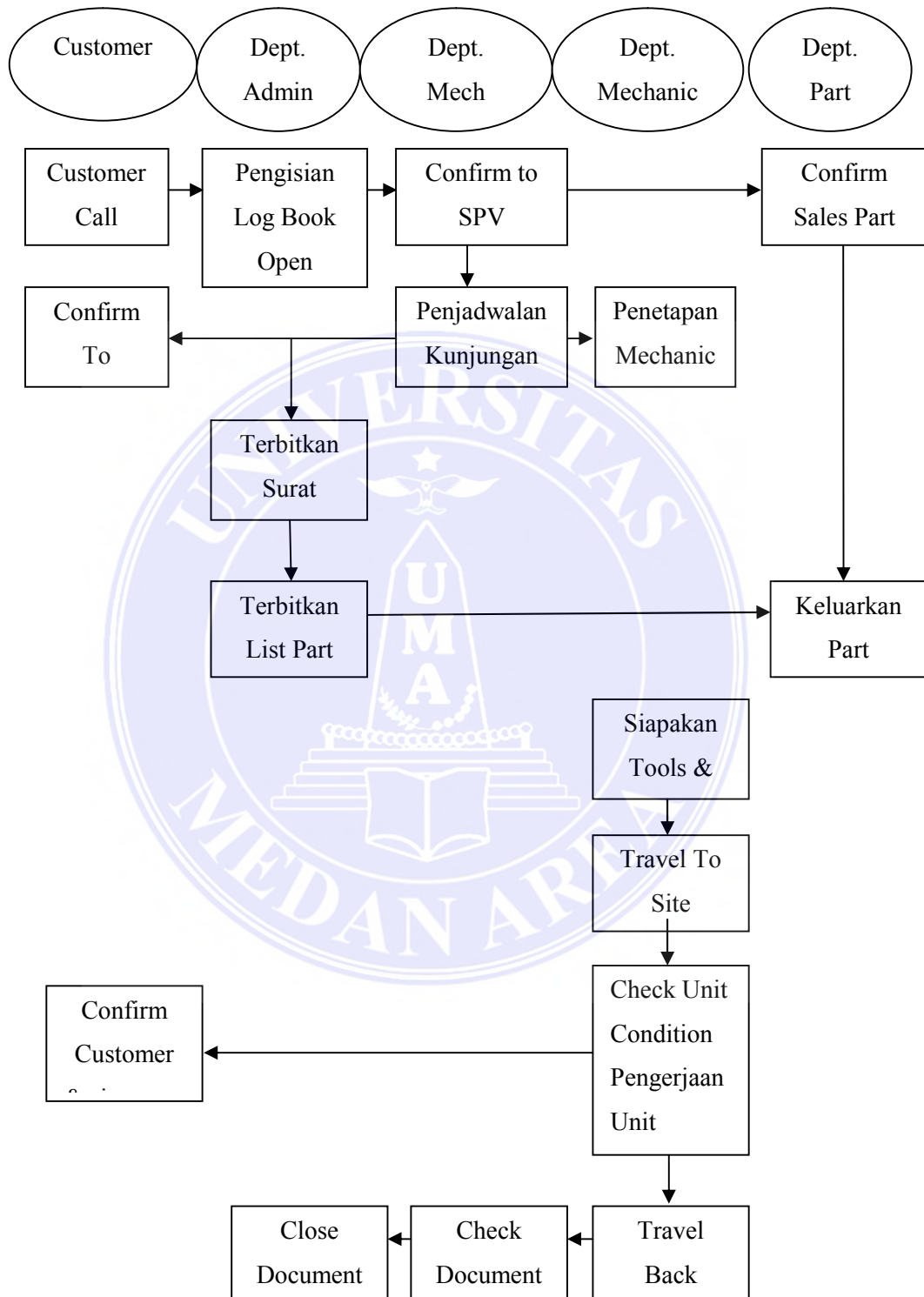
- Perawatan Harian
  - Check Oil mesin dan hydraulic
  - Check filter hydraulic dan pilot filter
  - Check shim Attachment
  - Check greasing setiap 2 hari sekali
  - Cek hose silinder bucket
  - Cek Rod silinder
  - Check seal dust silinder bucket
  - Check pressure main pump
  - Check solenoid valve
  - Check handle sebelum beroperasi
  - Check temperature kerja
- Perawatan Berkala
  - Perawatan berkala dilakukan setiap 1 bulan sekali/setiap jatuh tempo servis
  - Pembersihan unit 1 minggu sekali
  - Pergantian fuel filter, oil filter dan oli mesin setiap 250 jam
  - Pergantian hydraulic return filter, pilot filter & air cleaner setiap 1000 jam
  - Pergantian oil hydraulic, swing dan travel setiap 2000 jam

Dalam pengoperasian Excavator terlebih pada sektor Quarry yang perlu diperhatikan adalah jangan terlalu dipaksa untuk memuat batu/pasir terlalu penuh karna dapat membuat pecahnya hose silinder bucket, efek kerja yang dipaksakan bisa mengakibatkan seal seal pada silinder dan pompa bocor, sehingga membuat low power, untuk itu perlu adanya stock hose maupun seal, sehingga tidak ada kendala yang menyebabkan unit tidak dapat beroperasi. Adapun komponen yang dipersiapkan adalah :

**Tabel 4.10 : Komponen yang dipersiapkan**

No	Komponen	No	Komponen
1	Hose Silinder (All Atachment)	5	Proportional Solenoid Valve
2	Shim	6	Solenoid Valve
3	Seal Kit Attachment	7	Tooth Bucket
4	Seal Kit Control Valve	8	Nipple Grease

## Flow Chart Kunjungan Servis & Troubleshooting





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Dari perhitungan persentase nilai *Availability*, merupakan rasio operation time unit terhadap loading time unit periode maret – juni berkisar antara 94,19% – 97,32% ( sesuai dengan standart dunia >90%)
2. Dari perhitungan persentase nilai *performance efficiency* berkisar pada 72.1% – 72.6 % ( belum sesuai dengan standart dunia >95%)
3. Dari perhitungan persentase nilai *rate of quality* berkisar pada 86,5% - 86.9% (belum sesuai dengan standart dunia > 99,9%)
4. Dari perhitungan persentase *Overall Equipment Effectiveness* berkisar pada 58,7% - 61,3% (belum sesuai dengan standart dunia >85%)Walaupun belum memenuhi standart dunia, tetapi masih masuk dalam klasifikasi golongan 3 yaitu jika nilai OEE =60% produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang besar untuk melakukan improvement.
5. Faktor – faktor yang mempengaruhi kerusakan pada silinder bucket adalah Faktor External yaitu Medan kerja dan cuaca, Faktor Internal yaitu kontaminasi oil hydraulic, kontaminasi oil engine, lifetime part, operator, maintenance yang tidak teratur, inspeksi harian yang tidak benar, setup/ adjustment yang tidak dilakukan setelah servis.

6. Perawatan silinder bucket meliputi :

Perawatan harian : check oil hydraulic dan mesin, check filter hydraulic dan pilot filter, check shim attachment, check greasing attachment, check hose silinder bucket, check rod & seal dust silinder bucket, check pressure main pump, check solenoid valve, check handle dan temperature.

Perawatan berkala : perawatan setiap 1 bulan sekali, pembersihan unit, pergantian fuel filter, oli mesin setiap 250 jam, pergantian air cleaner, hydraulic return filter dan pilot filter setiap 1000 jam, pergantian oil hydraulic, swing dan travel setiap 2000 jam.

7. Cost yang dikeluarkan selama maintenance Rp. 55.360.600.

## 5.2 Saran

Bagi pihak – pihak lain yang akan meneliti topik ini secara mendalam, penulis menyarankan beberapa hal berikut :

1. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan interval waktu penelitian untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan menghitung biaya – biaya perbaikan komponen - komponen yang mengalami kerusakan.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan menganalisis dampak kerusakan komponen secara menyeluruh untuk mempermudah proses trouble-shooting di waktu mendatang.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ahyari, A. *Manajemen Produksi Pengendalian Produksi*. Yogyakarta, 2002.
2. Arifianto, Asyraf. "Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness ." 2018: 11.
3. Assauri, Sofjan. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: lembaga penerbit fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2008.
4. Dervitsiotis, K. N. *Operational Management*. New York: Mc Graw Hill Book Company, 1981.
5. Francis Wauters and Jean Mathot. *OEE ( Overall Equipment Effectiveness )*. ABB Inc, 2002.
6. Gaspers, V. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries : Strategi Dramatik Reduksi Cacac/ Kesalahan, biaya, inventori, dan lead time dalam waktu kurang dari 6 bulan*. Jakarta: Gramedia pustaka utama, 2007.
7. Gazpers, Vincent. *All in One Management Toolbook*. Jakarta: Tri All Bros, 2012.
8. Haryono, Lilik. "penerapan Total Productive Maintenance dengan pendekatan overall equipment effectiveness (OEE) dan penentuan kebijakan maintenance pada ring frame divisi spinning I di PT. Pisma Putra Textile." 2018: 3.
9. Hasriyono, M. "Evaluasi Efektifitas Mesin dengan penerapan Total Productive Maintenance (TPM) di PT. Hadi Baru." 2009.
10. Nakajima, Seichi. "Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)." 12. Cambridge: Productivity Press Inc. K, 1988.
11. Selviyanti Veny, YH. "Jurnal Optimasi Pemeliharaan Excavator Hydraulic pada perusahaan Rental Alat Berat." 2017.
12. Suhendra, Robby. "Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness sebagai dasar usaha perbaikan proses manufaktur pada lini produksi." 2005: 21.
13. Supriyatna, Agus. "Belajar OEE." 2014: 1.
14. Training Text Book. *Hydraulic Excavator Service Training*. Jakarta: Kobelco Indonesia, 2007.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ahyari, A. *Manajemen Produksi Pengendalian Produksi*. Yogyakarta, 2002.
2. Arifianto, Asyraf. "Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness ." 2018: 11.
3. Assauri, Sofjan. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: lembaga penerbit fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2008.
4. Dervitsiotis, K. N. *Operational Management*. New York: Mc Graw Hill Book Company, 1981.
5. Francis Wauters and Jean Mathot. *OEE ( Overall Equipment Effectiveness )*. ABB Inc, 2002.
6. Gaspers, V. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries : Strategi Dramatik Reduksi Cacac/ Kesalahan, biaya, inventori, dan lead time dalam waktu kurang dari 6 bulan*. Jakarta: Gramedia pustaka utama, 2007.
7. Gazpers, Vincent. *All in One Management Toolbook*. Jakarta: Tri All Bros, 2012.
8. Haryono, Lilik. "penerapan Total Productive Maintenance dengan pendekatan overall equipment effectiveness (OEE) dan penentuan kebijakan maintenance pada ring frame divisi spinning I di PT. Pisma Putra Textile." 2018: 3.
9. Hasriyono, M. "Evaluasi Efektifitas Mesin dengan penerapan Total Productive Maintenance (TPM) di PT. Hadi Baru." 2009.
10. Nakajima, Seichi. "Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)." 12. Cambridge: Productivity Press Inc. K, 1988.
11. Selviyanti Veny, YH. "Jurnal Optimasi Pemeliharaan Excavator Hydraulic pada perusahaan Rental Alat Berat." 2017.
12. Suhendra, Robby. "Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness sebagai dasar usaha perbaikan proses manufaktur pada lini produksi." 2005: 21.
13. Supriyatna, Agus. "Belajar OEE." 2014: 1.
14. Training Text Book. *Hydraulic Excavator Service Training*. Jakarta: Kobelco Indonesia, 2007.

Lampiran 1 . Draft Periodical Maintenance Cost



PERIODICAL MAINTENANCE COST WITH SK200-8SPR X (STD BUCKET)  
INTERVAL PMC HM. 250-2000



No	DESCRIPTION	Parts No	Unit	Service Interval	Price (Rp)		Price per Service in Hours								TTL 2000hrs	
					List Price	After Disc	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000		
<b>A. REPLACEMENT PARTS</b>																
<i>Discount</i>																
1	ENGINE OIL FILTER	VH156072190D		500 hrs	178.000	178.000	-	1	-	-	1	-	1	-	1	4
2	FUEL FILTER 2 MICRON	VH23390E0020D1		250 hrs	178.000	178.000	1	1	-	1	-	1	-	1	-	8
3	WATER SEPARATOR 7 MICRON	YN21P01068R100D		250 hrs	178.000	178.000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
4	WATER SEPARATOR 4 MICRON	YN21P01088R100D1		250 hrs	178.000	178.000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
5	AIR CLEANER OUTER	YN13P002295003D		500 hrs	627.000	627.000	-	1	-	-	1	-	1	-	1	4
6	AIR CLEANER INNER	YN13P000295002D		1000 hrs	530.000	530.000	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2
7	HYD.FILTER	YNS2V01016R110		1000 hrs	1.331.200	1.331.200	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2
8	ELEMENT BREATHER	YNS7V000125002		1000 hrs	657.200	657.200	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2
9	AIR CONDITIONER FILTER	YNS0V01014P1P		1000 hrs	698.000	698.000	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2
10	AIR CONDITIONER FILTER	YNS0V01015P3P		1000 hrs	358.000	358.000	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2
11	FILTER INLINE	YNS0V0020F1		2000hrs	1.480.000	1.480.000	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
12	V-BELT AIR CONDITIONER	YN20M01494D1-DK		1000 hrs	119.600	119.600	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2
13	ENGINE V-BELT	VHS291049200		1000 hrs	176.800	176.800	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2
<b>TOTAL SPARE PARTS</b>					<b>6.689.800</b>	<b>6.689.800</b>	<b>534.000</b>	<b>1.339.000</b>	<b>534.000</b>	<b>5.209.800</b>	<b>534.000</b>	<b>1.339.000</b>	<b>534.000</b>	<b>6.689.800</b>	<b>16.713.600</b>	
<b>B. LUBRICANTS</b>																
<i>Discount</i>																
1	GREASE ATTACHMENT LINKAGE	DKLGREASE-SR	(400 g)	250 hrs	78.000	78.000	3	3	3	3	3	3	3	3	3	24
2	GREASE SWING BEARING	DKLGREASE-SR	(400 g)	250 hrs	78.000	78.000	2	2	2	2	2	2	2	2	2	16
3	GEAR OIL SWING + TRAVEL REDUCTION	DKL-GOIL-90-IS	(Pail)	500 hrs	350.000	350.000	-	3	-	3	-	3	-	3	-	12
4	OIL ENGINE DH1   15W40 (PAIL)	DKL-EOILDH1-I22	(Pail)	500 hrs	948.000	948.000	-	1	-	1	-	1	-	1	-	4
5	RADIATOR COOLANT LLC 20 LTR	KAPCPD02001J1N	(20 Ltr)	2000 hrs	765.000	765.000	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
6	OIL HYD 68LL	DKL-HOIL68-I200	(Drum)	500 hrs	7.800.000	7.800.000	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<b>TOTAL LUBRICANT</b>					<b>10.019.000</b>	<b>10.019.000</b>	<b>390.000</b>	<b>2.388.000</b>	<b>390.000</b>	<b>2.388.000</b>	<b>390.000</b>	<b>2.388.000</b>	<b>390.000</b>	<b>2.388.000</b>	<b>10.953.000</b>	<b>19.677.000</b>
<b>C. OIL ANALYSIS</b>																
1	HYDRAULIC OIL ANALYSIS			1000hrs	200.000						1				1	1
<b>D. LABOUR</b>																
1	INSPECTION						-	FREE	-	FREE	-	-	-	FREE		
2	LABOUR CHARGE ( HOURLY )				330.000		3	3	3	5	3	3	3	3	6	29
3	FLUSHING HYD OIL- 20 Ton	R-YYFLS-HYD0IL20		2000hrs	5.000.000										1	
<b>TOTAL LABOUR CHARGE</b>							<b>990.000</b>	<b>990.000</b>	<b>990.000</b>	<b>1.650.000</b>	<b>990.000</b>	<b>990.000</b>	<b>990.000</b>	<b>6.980.000</b>	<b>14.570.000</b>	
<b>E. MILEAGE ***</b>																
1	MILEAGE CHARGE ( per km )				5.500		100	100	100	100	100	100	100	100	800	
<b>TOTAL MILEAGE CHARGE</b>							<b>550.000</b>	<b>550.000</b>	<b>550.000</b>	<b>550.000</b>	<b>550.000</b>	<b>550.000</b>	<b>550.000</b>	<b>550.000</b>	<b>4.400.000</b>	
<b>TOTAL COST for 2000 hrs</b>							<b>2.464.000</b>	<b>5.267.000</b>	<b>2.464.000</b>	<b>9.797.800</b>	<b>2.464.000</b>	<b>5.267.000</b>	<b>2.464.000</b>	<b>25.172.800</b>	<b>55.360.600</b>	
<b>Total Cost per Hour IDR</b>													<b>27.680</b>			

Note:  
 \*\*\* Mileage charge is depend on the actual mileage from Branch office to Jobsite  
 \*\*\* Mileage charge 3 kali per kunjungan.  
 \*\*\* Cost charge per unit  
 \*\*\* Parts yang dipergunakan adalah STOCK READY  
 \*\*\* Harga parts akan di update sebelum pengajuan draft

