

No. Doc. 6818
Copy : 1

D1 621.816
Vano
P

**PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) UNTUK
MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS MESIN *SHOT BLAST* 10
DI *FOUNDRY PLANT* 2 PT BAKRIE AUTOPARTS**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian Syarat-Syarat Penyelesaian Program
Studi DIV Teknik Industri Otomotif
pada Politeknik STMI Jakarta

Oleh :

Nama : Andre Naftali Gustaf Vano

NIM : 1115080

DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	3/7 2022
No Induk Buku	466/110/SB/172/22



POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
JAKARTA
2019

SUMBANGAN ALUMNI

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR :

**PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) UNTUK
MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS MESIN *SHOT BLAST* 10 DI
FOUNDRY PLANT 2 PT BAKRIE AUTOPARTS.**

DISUSUN OLEH:

NAMA : ANDRE NAFTALI GUSTAF VANO

NIM : 1115080

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

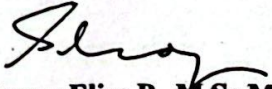
Telah Diperiksa Dan Disetujui Untuk Diajukan Dan

Dipertahankan Dalam Ujian Tugas Akhir

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, 06 Agustus 2019

Dosen Pembimbing


DR. Huwae Elias P., M.Sc,MM
NIP : 090012.539

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR :

**PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) UNTUK
MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS MESIN *SHOT BLAST* 10 DI
FOUNDRY PLANT 2 PT BAKRIE AUTOPARTS.**

DISUSUN OLEH:

NAMA : ANDRE NAFTALI GUSTAF VANO

NIM : 1115080

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari Senin tanggal 26 Agustus 2019.

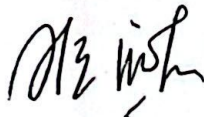
Jakarta, 26 Agustus 2019

Dosen Penguji 1



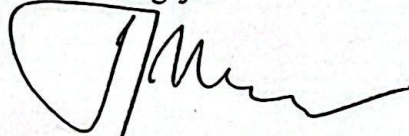
(Indra Yusuf R., S.T.,M.T)
NIP: 197312302001121002

Dosen Penguji 3



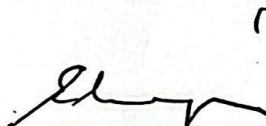
(Emi Rusmiati, S.T.,M.T)
NIP: 197609262001122003

Dosen Penguji 2



(DR. Ir. Drs Hasan Sudrajat, M.M.,M.H)
NIP: 195804091979031002

Dosen Penguji 4



(DR. Huwae Elias P. M.Sc.,M.M)
NIP: 090012.539



LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Andre Naftali Gustaf Vano
 NIM : 1115080
 Judul TA : Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Untuk Meningkatkan Produktivitas Mesin Shot Blast 10 di Foundry Plant 2 PT Bakrie Autoparts
 Pembimbing : DR. Huwae Elias P., M.Sc, MM
 Asisten Pembimbing : _____

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
29 Mei 2019	-	Konsultasi riset pabrik	#
14 Juni 2019	-	Penyerahan Proposal Tugas Akhir	#
21 Juni 2019	Bab I	Bimbingan Bab I, Siapkan Bab II	#
27 Juni 2019	Bab I, II	Bimbingan Revisi Bab I, Bab II dan siapkan Bab III	#
2 Juli 2019	Bab I, II, III	Revisi Bab I ACC, Revisi Bab II, Bimbingan Bab III	#
5 Juli 2019	Bab II, III	Revisi Bab II ACC, Revisi Bab III, siapkan Bab IV	#
9 Juli 2019	Bab III, IV	Revisi Bab III ACC, Revisi Bab IV	#
15 Juli 2019	Bab IV	Revisi Bab IV, siapkan Bab V	#
19 Juli 2019	Bab IV, V	Revisi Bab IV ACC, Revisi Bab V	#
23 Juli 2019	Bab V	Revisi Bab V, siapkan Bab VI	#
26 Juli 2019	Bab V, VI	Revisi Bab V ACC, Revisi Bab VI	#
31 Juli 2019	Bab VI	Revisi Bab VI ACC	#
2 Agustus 2019	Bab I, II, III, IV, V, VI	Penyesuaian Bab I, II, III, IV, V, VI	#
6 Agustus 2019	Bab I, II, III, IV, V, VI	ACC Penyesuaian Bab I, II, III, IV, V, VI	# acc 08/08/19

Mengetahui,
 Ka Prodi
 Teknik Industri Otomotif

 Muhammad Agus, S.T, M.T.
 NIP : 19700829.200212.001

Pembimbing

 DR. Huwae Elias P., M.Sc, MM
 NIP : 096012.539

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ANDRE NAFTALI GUSTAF VANO

NIM : 1115080

Berstatus sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI, dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul **"PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS MESIN SHOT BLAST 10 DI FOUNDRY PLANT 2 PT BAKRIE AUTOPARTS"**.

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, asistensi dengan dosen pembimbing, serta buku-buku maupun jurnal-jurnal ilmiah yang menjadi bahan acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan hasil duplikasi karya tulis yang sudah diduplikasikan atau yang pernah dipakai sebelumnya untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali yang telah disebutkan sunibernya dan dicantumkan pada referensi karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan karya tulis hasil terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan diatas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, 06 Agustus 2019



Andre Naftali Gustaf Vano

ABSTRAK

PT Bakrie Autoparts merupakan perusahaan industri manufaktur yang bergerak di bidang pengecoran besi (*ferrous foundry*) menghasilkan produk komponen otomotif maupun *general casting*. Perusahaan telah menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM), hanya saja belum diterapkan secara keseluruhan seperti pada mesin *shot blast* 10 yang berada pada area *shot blast foundry plant 2*. Rendahnya produktivitas mesin *shot blast* 10 terjadi akibat mesin masih sering mengalami kerusakan sehingga *output* yang dihasilkan tidak mencapai target. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menerapkan TPM untuk meningkatkan produktivitas serta mengurangi *six big losses* pada mesin *shot blast* 10. Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi aliran proses *shot blast*, mengukur pencapaian nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), menghitung nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR), mengidentifikasi *six big losses* yang terjadi, kemudian dianalisis dengan diagram sebab akibat dan analisis 5W+1H serta penerapan TPM. Hasil perhitungan yang didapat menunjukkan bahwa rata-rata nilai OEE mesin *shot blast* 10 dari minggu pertama bulan Maret 2019 s.d bulan Mei 2019 sebesar 40,48%, yang menunjukkan bahwa mesin masih berada dibawah standar kelas dunia yaitu 85%. Sedangkan rata-rata waktu kerusakan mesin pada nilai MTBF sebesar 4,24 jam/kerusakan dan nilai MTTR sebesar 2,52 jam/kerusakan. Berdasarkan analisis dengan perhitungan *six big losses* yang menjadi masalah utama *six big losses* mesin *shot blast* 10 yaitu *idle and minor stoppages loss* sebesar 46,88%. Perbaikan dari faktor dominan pada *six big losses* mesin *shot blast* 10 dilakukan dengan menggunakan analisis diagram sebab akibat dan 5W+1H serta penerapan TPM. Implementasi perbaikan yang dilakukan pada mesin *shot blast* 10 seperti melakukan perbaikan dengan merekondisi mesin, membuat jadwal rutin kegiatan *preventive maintenance*, melibatkan operator produksi melakukan pemeliharaan secara mandiri dan memaksimalkan pencatatan laporan harian operasi mesin. Setelah melakukan perbaikan maka persentase nilai OEE menjadi 46,37%, rata-rata waktu kerusakan mesin pada nilai MTBF sebesar 6,93 jam/kerusakan dan nilai MTTR sebesar 2,52 jam/kerusakan serta penurunan persentase *idle and minor stoppages* menjadi 45,55%.

Kata Kunci : *Total Productive Maintenance* (TPM), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, Diagram Sebab Akibat, Analisis 5W+1H.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kasih dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.. Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini merupakan pemenuhan salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, Program Studi Teknik Industri Otomotif (TIO).

Adapun penyusunan Tugas Akhir ini berdasarkan data yang diperoleh selama melakukan Praktik Kerja Lapangan di PT Bakrie Autoparts sejak bulan Februari sampai dengan Agustus 2019 pada departemen *Continuous Improvement (CI)*. Penyusunan Tugas Akhir ini berjudul “PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)* UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS MESIN *SHOT BLAST 10 DI FOUNDRY PLANT 2 PT BAKRIE AUTOPARTS*” yang dibuat berdasarkan jurnal, buku-buku, dan modal kuliah sebagai pedoman, serta keterangan dari pembimbing.

Kelancaran dan kesuksesan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini tidak luput dari bantuan yang telah diberikan oleh beberapa pihak, baik berupa bimbingan, saran dan doa. Terutama kedua orang tua, saudara kembar dan adik yang selalu memberikan dukungan baik secara materil maupun spiritual dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Untuk itu ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

- Bapak DR. Mustofa, ST, MT selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak DR. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T., selaku Pembantu Direktur 1 Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Muhammad Agus, S.T, M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta.

- Bapak DR. Huwae Elias P., M.Sc,MM., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan motivasi, meluangkan waktu untuk memberikan ilmu dan bimbingan saat penyusunan laporan Tugas Akhir.
- Bapak dan Ibu Dosen Politeknik STMI Jakarta, yang selalu mendukung dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
- Bapak Insan Dwianto, selaku pembimbing lapangan di departemen *Continuous Improvement (CI)* PT Bakrie Autoparts.
- Bapak Qory Indra Utama selaku *Production Engineering*, bapak Candra Kirana, dan bapak Sutapa selaku Staff Departemen *Continuous Improvement (CI)*, serta bapak Dede Yayat selaku *Engineering Shot Blast* di PT Bakrie Autoparts.
- Bude Tutik dan Mas Yusti, sebagai bude dan saudara sepupu dan juga keluarga selama saya tinggal di Bekasi yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
- Noviani Rawita, sebagai rekan praktik kerja lapangan yang selalu memberi perhatian, meluangkan waktu untuk dapat bekerja sama dan bertukar informasi dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir.
- Sahabat Mangga *Squad* yang telah memberikan semangat dan dukungannya untuk segera menyelesaikan laporan dan wisuda tahun ini.
- Teman-teman program studi Teknik Industri Otomotif dan teman-teman Politeknik STMI Jakarta khususnya angkatan 2015.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis bersedia akan saran dan kritik yang membangun guna melengkapi Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca di kemudian hari.

Jakarta, 01 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Pembatasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Konsep Dasar Sistem Industri Modern	7
2.2. Konsep Produktivitas	8
2.3. Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	9
2.4. <i>Total Productive Maintenance</i>	14
2.5. <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	22
2.6. <i>Mean Time Between Failure (MTBF)</i>	27
2.7. <i>Mean Time To Repair (MTTR)</i>	27
2.8. <i>Six Big Losses</i>	28
2.9. Diagram Pareto	29
2.10. Diagram Batang (<i>Histogram</i>)	30
2.11. Diagram Sebab Akibat	31
2.12. Analisis 5W+1H	33

2.13. Teknik Pengumpulan Data.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Jenis dan Sumber Data.....	37
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	38
3.3. Teknik Analisis.....	38
3.4. Kerangka Pemecahan Masalah.....	40
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1. Pengumpulan Data.....	42
4.2. Pengolahan Data.....	65
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
5.1. <i>Total Effectiveness</i>	80
5.2. <i>Total Maintenance System</i>	84
5.3. <i>Analisis Six Big Losses</i>	89
5.4. Analisis Diagram Sebab Akibat Mesin <i>Shot Blast 10</i>	92
5.5. Analisis <i>5W+1H Six Big Losses</i>	95
5.6. Penerapan <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	98
5.7. Perhitungan Sesudah Perbaikan.....	111
BAB VI PENUTUP	
6.1. Kesimpulan.....	124
6.2. Saran.....	125
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Hubungan Antara TPM, <i>Productive Maintenance</i> dan <i>Preventive Maintenance</i>	15
Table 2.2 Penggunaan Tabel <u>5W+1H</u> Untuk Pengembangan Rencana Tindakan	34
Tabel 4.1 Waktu Kerja dan Jam Kerja per <i>Shift</i>	51
Tabel 4.2 Data Produksi Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	61
Tabel 4.3 Data <i>Working Time</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	62
Tabel 4.4 Data Waktu <i>Set Up and Adjustment</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	63
Tabel 4.5 Data Waktu <i>Breakdown</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	64
Tabel 4.6 Data Frekuensi Kerusakan Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	64
Tabel 4.7 Perhitungan <i>Availability</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	66
Tabel 4.8 Perhitungan <i>Perfomance Efficiency</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	67
Tabel 4.9 Perhitungan <i>Rate of Quality</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	68
Tabel 4.10 Perhitungan OEE Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	69
Tabel 4.11 Perhitungan Nilai MTBF Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	70
Tabel 4.12 Perhitungan Nilai MTTR Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	71

Tabel 4.13 Perhitungan Nilai <i>Breakdown Loss Mesin Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	72
Tabel 4.14 Perhitungan Nilai <i>Set Up and Adjustment Loss Mesin Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	73
Tabel 4.15 Perhitungan Nilai <i>Idle and Minor Stoppages Loss Mesin Shot</i> <i>Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	74
Tabel 4.16 Perhitungan Nilai <i>Reduced Speed Loss Mesin Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	75
Tabel 4.17 Perhitungan Nilai <i>Rework Loss Mesin Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	77
Tabel 4.18 Persentase <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	78
Tabel 5.1 Urutan Persentase <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.....	90
Tabel 5.2 Metode 5W+1H dalam Penyelesaian Masalah <i>Idle and Minor</i> <i>Stoppages Loss Mesin Shot Blast</i> 10.....	96
Tabel 5.3 Kegiatan Rekondisi Mesin <i>Shot Blast</i> 10.....	102
Tabel 5.4 Implementasi TPM Mesin <i>Shot Blast</i> 10.....	108
Tabel 5.5 Data Produksi Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	111
Tabel 5.6 Perhitungan <i>Availability</i> Mesin <i>Shot Blast</i> Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	112
Tabel 5.7 Perhitungan <i>Performance Efficiency</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	113
Tabel 5.8 Perhitungan <i>Rate of Quality</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	113
Tabel 5.9 Perhitungan OEE Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	114
Tabel 5.10 Perhitungan Nilai MTBF Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	115

Tabel 5.11 Perhitungan Nilai MTTR Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	115
Tabel 5.12 Perhitungan Nilai <i>Breakdown Loss</i> Mesin <i>Shot Blast</i> Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	116
Tabel 5.13 Perhitungan Nilai <i>Set Up and Adjustment Loss</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	117
Tabel 5.14 Perhitungan Nilai <i>Idle and Minor Stoppages Loss</i> Mesin <i>Shot</i> <i>Blast</i> 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	118
Tabel 5.15 Perhitungan Nilai <i>Reduced Speed Loss</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	119
Tabel 5.16 Perhitungan Nilai <i>Rework Loss</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019.....	120
Tabel 5.17 Persentase <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Shot Blast</i> Sesudah Perbaikan.....	121
Tabel 5.18 Urutan Persentase <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Sesudah Perbaikan.....	121
Tabel 5.19 Perbandingan Nilai Mesin <i>Shot Blast</i> 10 Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	123

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Hubungan Antara Berbagai Bentuk Pemeliharaan	11
Gambar 2.2 Diagram Pareto	30
Gambar 2.3 Diagram Batang (<i>Histogram</i>).....	31
Gambar 2.4 Diagram Sebab Akibat.....	33
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah.....	41
Gambar 4.1 Gedung Kantor PT Bakrie Autoparts.....	43
Gambar 4.2 Macam-macam Tipe Produk <i>Automotive Components</i>	52
Gambar 4.3 Macam-macam Tipe Produk <i>General Engineering Casting</i>	53
Gambar 4.4 <i>Flow Process Chart Foundry</i>	54
Gambar 4.5 Mesin <i>Shot Blast 10</i>	58
Gambar 4.6 Jenis-jenis Butiran Bola Logam/ <i>Steel Shot</i> Dalam Berbagai Ukuran.....	59
Gambar 4.7 Bilah Logam atau <i>Blade</i> Pada <i>Impeller</i> Mesin <i>Shot Blast 10</i>	60
Gambar 4.8 <i>Flow Process Chart Shot Blast</i>	60
Gambar 5.1 Grafik Nilai <i>Availability</i> Mesin <i>Shot Blast 10</i>	80
Gambar 5.2 Grafik Nilai <i>Performance Efficiency</i> Mesin <i>Shot Blast 10</i>	81
Gambar 5.3 Grafik Nilai <i>Rate of Quality</i> Mesin <i>Shot Blast 10</i>	82
Gambar 5.4 Grafik Nilai OEE Mesin <i>Shot Blast 10</i>	83
Gambar 5.5 Grafik Nilai MTBF Mesin <i>Shot Blast 10</i>	84
Gambar 5.6 Grafik Nilai MTTR Mesin <i>Shot Blast 10</i>	86
Gambar 5.7 Diagram Pareto Hasil <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Shot Blast 10</i>	91
Gambar 5.8 Diagram Sebab Akibat <i>Idle and Minor Stoppages Loss</i>	93

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A (Struktur Organisasi PT Bakrie Autoparts)

LAMPIRAN B (Kebijakan Mutu Perusahaan)

LAMPIRAN C (*Plant Lay-Out* PT Bakrie Autoparts)

LAMPIRAN D (*Plant Lay-Out II* PT Bakrie Autoparts)

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era industri yang semakin berkembang ini, kelancaran dalam proses produksi merupakan salah satu faktor yang menjadi tolok ukur keberhasilan industri manufaktur dalam upaya meningkatkan produktivitas. Apabila proses produksi dapat berjalan dengan lancar, penggunaan mesin dan peralatan produksi dapat menghasilkan produk yang berkualitas, pengiriman tepat waktu serta biaya produksi yang rendah. Hal tersebut tentu harus didukung dengan mesin dan peralatan produksi yang siap bekerja setiap saat dan handal. Untuk mencapai hal itu, mesin dan peralatan-peralatan penunjang proses produksi harus selalu dilakukan pemeliharaan yang teratur agar tingkat produktivitasnya baik. Pendekatan pemeliharaan mesin yang umum digunakan oleh berbagai perusahaan salah satunya yaitu *Total Productive Maintenance (TPM)*, tidak terkecuali PT Bakrie Autoparts sebagai pelaku industri juga menerapkan metode TPM.

PT Bakrie Autoparts merupakan perusahaan industri manufaktur (otomotif) yang bergerak di bidang pengecoran besi (*ferrous foundry*). Proses produksi pengecoran besi dimulai dari membuat *patern, sand plan*, proses *moulding, melting, pouring, cooling line, shake out, trimming*, pematahan *casting, shot blast, hard inspection, finishing, machining* dan *despatch*. Produk-produk yang dihasilkan berupa komponen otomotif dan non otomotif seperti *Fly Wheel, Air Brake Coupling, Transmission, Exhaust Manifold, Sipil Component*, dan lain-lain.

Mesin *shot blast 10* merupakan mesin yang digunakan untuk menghilangkan material kontaminasi (pasir bekas *casting*) dari permukaan sehingga permukaan *casting* menjadi bersih/mengkilap dengan cara menembakkan butiran bola-bola logam (*steel shot*) menggunakan buah pelontar (*blade*). *Total Productive Maintenance (TPM)* sebagai pendekatan sistem *maintenance* yang digunakan oleh perusahaan belum diterapkan secara keseluruhan dalam menangani pemeliharaan, seperti contoh pada mesin *shot blast 10*. Mesin ini masih sering mengalami kerusakan di setiap minggunya yang mengakibatkan *output* mesin tidak

dapat memenuhi target produksi yang ditetapkan. Seperti contoh pada minggu pertama bulan Maret 2019, frekuensi kerusakan mesin mencapai 18 kali kerusakan.

Selain target produksi tidak terpenuhi dan mesin yang sering mengalami kerusakan, sistem pemeliharaan mesin *shot blast* 10 ini masih berupa *corrective maintenance* yaitu melakukan perbaikan ketika mesin mengalami kerusakan. Belum adanya *planned maintenance* berupa jadwal pemeliharaan rutin dapat memicu terjadinya mesin *down time* secara terus menerus.

Melihat pentingnya tingkat efektivitas mesin *shot blast* 10 tersebut, maka perlunya menghitung pengukuran produktivitas dan kinerja sistem pemeliharaan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang berfungsi sebagai pengukuran performansi pemeliharaan berdasarkan kondisi mesin untuk melihat secara keseluruhan efektivitas mesin yang mencakup tiga faktor yaitu *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*. OEE juga dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab ketidakefektifan dari mesin dengan melakukan perhitungan *six big losses* guna mengetahui faktor yang paling berpengaruh dari keenam faktor *six big losses* yang ada. Selain itu, sering terjadinya kerusakan mesin dapat dilakukan pengukuran nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) yang berfungsi sebagai acuan dalam pengukuran selang waktu terjadinya kerusakan dan waktu perbaikan mesin *shot blast* 10.

Oleh karena itu, pada penelitian ini diharapkan melalui penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dapat meningkatkan produktivitas mesin *shot blast* 10 dengan pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan menurunkan nilai dari jenis *six big losses* yang paling dominan, sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar yaitu dengan tidak sering mengalami *down time* mesin dan kualitas produk yang dihasilkan pun semakin baik.

1.2. Perumusan Masalah

Dari permasalahan yang telah dijelaskan di atas, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang dihadapi oleh PT Bakrie Autoparts adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat efektivitas mesin *shot blast* 10 berdasarkan perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ?
2. Apa saja faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas mesin *shot blast* 10 ?
3. Bagaimana nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) mesin *shot blast* 10 ?
4. Apa jenis *six big losses* yang paling dominan dalam mempengaruhi efektivitas mesin *shot blast* 10 ?
5. Bagaimana mengidentifikasi nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *six big losses* setelah dilakukannya perbaikan ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, maka tujuan dari penelitian yang telah dilakukan pada PT Bakrie Autoparts adalah sebagai berikut:

1. Menghitung dan menganalisis tingkat efektivitas nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *shot blast* 10.
2. Menentukan faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas mesin *shot blast* 10.
3. Menghitung nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) mesin *shot blast* 10 sebagai acuan dalam pengukuran selang waktu terjadinya kerusakan dan waktu perbaikan mesin.
4. Menentukan jenis *six big losses* yang paling dominan dalam mempengaruhi efektivitas mesin *shot blast* 10.
5. Menetapkan hasil pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *six big losses* setelah dilakukannya perbaikan.

1.4. Pembatasan Masalah

Beberapa hal yang menjadi pembatas dalam penulisan laporan tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di Area *Shot Blast Foundry Plant 2* PT Bakrie Autoparts.
2. Objek penelitian berdasarkan permintaan dari pihak perusahaan, yaitu Mesin *Shot Blast* 10 .

3. Data yang digunakan dalam perhitungan produksi dan kerusakan mesin adalah data dari minggu pertama bulan Maret s.d minggu ketiga bulan Juli 2019.
4. Tingkat produktivitas dan efektivitas mesin diukur dengan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*.
5. Tidak membahas bagian komponen mesin *shot blast* secara detail.
6. Pengelompokkan jenis-jenis kerugian pada mesin *shot blast* 10 menggunakan analisis *six big losses*.
7. Penelitian tidak mencakup perhitungan biaya dan kebutuhan tenaga kerja.
8. Dalam penelitian tugas akhir ini, dilakukan implementasi perbaikan yang diterapkan di perusahaan dari masalah yang diteliti.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan
 - a. Perusahaan mendapatkan informasi mengenai kondisi perawatan dan tingkat keefektifitasan mesin berdasarkan nilai OEE dan jenis *six big losses*.
 - b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan bagi perusahaan dalam membuat keputusan mengenai strategi peningkatan efektivitas mesin perusahaan.
2. Bagi Peneliti
 - a. Penulis dapat memiliki pengalaman dalam mengumpulkan data, menganalisis data serta mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh secara akademis ke dalam dunia nyata.
 - b. Peneliti dapat memahami teori dan penerapan *Total Productive Maintenance (TPM)*, *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *Mean Time Between Failure (MTBF)*, *Mean Time To Repair (MTTR)*, dan *Six Big Losses*.
 - c. Penulis memiliki kontribusi yang baik bagi PT Bakrie Autoparts dalam membantu penyelesaian masalah yang ada.

3. Bagi Pihak Lain

- a. Pembaca dapat menjadikan penelitian ini sebagai tambahan ilmu dan pengetahuan serta pertimbangan dalam mengaplikasikan metode-metode pengendalian kualitas.
- b. Pembaca dapat memperoleh informasi secara aktual mengenai industri otomotif.
- c. Dapat dijadikan sarana edukasi bagi semua pihak yang membutuhkan ilmu mengenai topik yang diteliti.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari enam bab dengan perincian sebagai berikut.

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi hal-hal yang bersifat umum berupa latar belakang, masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan penjelasan tentang teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang akan dibahas dan digunakan sebagai landasan teori dalam menyusun tugas akhir ini. Teori yang dimaksud antara lain: Konsep Dasar Sistem Industri Modern, Konsep Produktivitas, *Maintenance*, *Total Productive Maintenance (TPM)*, *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *Mean Time Between Failure (MTBF)*, *Mean Time To Repair (MTTR)* *Six Big Losses*, Diagram Pareto, Diagram Sebab Akibat, Analisis 5W+1H dan Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi kerangka pemikiran berupa langkah – langkah sistematis yang digunakan untuk memecahkan masalah yang meliputi studi pustaka, tujuan penelitian, tahap pengumpulan dan pengolahan data, serta tindakan perbaikan yang dilakukan untuk menangani

masalah yang sedang terjadi. Langkah-langkah tersebut terdiri dari studi lapangan dan studi pustaka, perumusan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, kesimpulan dan saran.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi data-data atau informasi yang diperoleh baik melalui wawancara dan pengamatan secara langsung yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan penelitian. Data yang diperoleh yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengamatan langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan serta data sekunder diperoleh dari data-data perusahaan. Pengolahan data terdiri dari perhitungan *availability*, *performance efficiency*, *rate of quality*, *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *Mean Time Between Failure (MTBF)*, *Mean Time To Repair (MTTR)*, analisis *six big losses*; *breakdown loss*, *setup and adjustment loss*, *idling and minor stoppages*, *reduce speed loss*, *process defect*.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai analisis yang dilakukan terhadap hasil data yang telah diperoleh dari bab pengumpulan dan pengolahan data, apakah dari pengolahan data sudah relevan dan bisa diterapkan ke perusahaan, sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

BAB VI : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan hasil analisis dari seluruh pembahasan yang telah dilakukan dan saran bagi kasus yang terjadi dan diharapkan dapat menjadi masukan bagi perusahaan secara internal dalam meningkatkan efektivitas mesin yang dihasilkan berdasarkan perhitungan OEE.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Konsep Dasar Sistem Industri Modern

Konsep dasar sistem industri modern menurut Vincent Gasperz dalam bukunya Manajemen Produktivitas Total, dikatakan bahwa proses industri harus dipandang sebagai suatu perbaikan terus-menerus (*continuous improvement*), yang dimulai dari sederet siklus sejak adanya ide-ide untuk menghasilkan suatu produk, pengembangan produk, proses produksi, sampai distribusi kepada pelanggan. Seterusnya berdasarkan informasi sebagai umpan balik yang dikumpulkan dari pengguna produk (pelanggan) itu kita dapat mengembangkan ide-ide untuk menciptakan produk baru atau memperbaiki produk lama beserta proses produksi yang ada saat ini. (Gaspersz, 1998).

Perbaikan perfomansi bisnis modern harus mencakup keseluruhan sistem industri dari kedatangan material sampai penyerahan produk. Konsep sistem industri yang dikemukakan oleh W. Edward Deming yang dikenal dengan Roda Deming terdiri dari empat komponen utama, yaitu : riset pasar, desain produk, proses produksi dan pemasaran. Deming menekankan pentingnya interaksi antara komponen tersebut, agar perusahaan industri mampu menghasilkan produk dengan harga yang kompetitif dan berkualitas. Roda Deming harus dijalankan atas dasar pengertian dan tanggung jawab bersama untuk mengutamakan efisiensi industri dan peningkatan kualitas sehingga dapat memenangkan persaingan yang kompetitif dan memperoleh keuntungan.

Industri modern yang berada dalam pasar global yang sangat kompetitif menganut konsep produksi bukan sekedar sebagai aktivitas mentransformasikan input menjadi ouput, tetapi memandang konsep produksi sebagai aktivitas penciptaan nilai tambah (*value added*), di mana setiap aktivitas dalam proses produksi harus memberikan nilai tambah. Dengan demikian produksi dapat dikatakan sebagai suatu aktivitas dalam perusahaan industri berupa penciptaan nilai tambah dari input menjadi output pada tingkat kualitas tertentu secara efektif

dan efisien sehingga produk sebagai output dari proses penciptaan nilai tambah itu dapat dijual dengan harga yang kompetitif di pasar global.

2.2. Konsep Produktivitas

Produktivitas dapat menjadi masalah utama dalam menghadapi persaingan yang ketat dalam dunia industri sehingga perlu adanya perhatian terhadap produktivitas untuk dikembangkan. Apabila ukuran keberhasilan produksi hanya dipandang dari sisi output, maka produktivitas dipandang dari dua sisi sekaligus yaitu sisi input dan sisi output sehingga dapat dikatakan bahwa produktivitas berkaitan dengan efisiensi penggunaan input dalam memproduksi output. Ada empat tingkatan pokok dalam organisasi di mana peningkatan produktivitas bisa dilihat (Hughes, 1990):

1. Tingkat kebijakan perusahaan. Kebijaksanaan suatu perusahaan dapat mempengaruhi kemungkinan peningkatan produktivitas kenyataan kadang-kadang mengesampingkan pembuat kebijakan itu sendiri, karena ada beberapa kebijaksanaan yang menghambat kesempatan peningkatan dan kenyataannya, malahan menurunkan produktivitas.
2. Tingkat struktur dan sistem. Baik struktur organisasi maupun macam-macam sistem di dalam organisasi dapat mempunyai pengaruh yang besar terhadap produktivitas.
3. Tingkat proses. Rancangan proses mempunyai dampak yang kuat terhadap produktivitas dan perlu penyelidikan lebih lanjut untuk meneliti cara-cara meningkatkan proses: melalui teknologi atau bahan mentah baru, misalnya.
4. Tingkat tempat kerja. Pada akhir mikro skala, penting untuk meneliti tiap mesin dan tiap operator bekerja dan dapat bekerja pada efisiensi puncak. Metode kerja, rancangan dan bagan kerja semua memainkan peranan penting.

Pemahaman terhadap konsep produktivitas penting untuk meningkatkan performansi sistem, baik makro maupun mikro. Berdasarkan kenyataan ini perlu dikemukakan konsep sistem produksi dan produktivitas sebagai landasan untuk memacu peningkatan kualitas dan produktivitas.

Dengan demikian, menurut Gasperz (1998) produktivitas merupakan suatu kombinasi dari efektivitas dan efisiensi. Berdasarkan konsep produktivitas, secara

formal program peningkatan produktivitas harus dimulai melalui pengukuran produktivitas dari sistem industri itu sendiri. Apabila produktivitas dari sistem industri itu telah dapat diukur, langkah berikutnya adalah mengevaluasi tingkat produktivitas itu untuk membandingkan dengan rencana yang telah ditetapkan.

Berdasarkan evaluasi produktivitas tersebut, maka dapat direncanakan kembali target produktivitas yang akan dicapai baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, dengan melakukan peningkatan produktivitas secara terus-menerus melalui siklus produktivitas, yang terdiri dari: pengukuran, evaluasi, perencanaan dan peningkatan produktivitas.

2.3. Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan merupakan suatu kegiatan untuk menjaga atau memelihara peralatan atau fasilitas pabrik dan mengadakan perbaikan/penggantian yang diperlukan agar kegiatan produksi yang dijalankan dapat sesuai dengan yang direncanakan (Assauri, 1996).

Pengertian lain dari pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang, atau untuk memperbaiki sampai, suatu kondisi yang bisa diterima (Corder, 1988).

Pada dasarnya hasil yang diharapkan dari kegiatan pemeliharaan mesin/peralatan (*equipment maintenance*) mencakup dua hal sebagai berikut :

1. *Condition Maintenance* yaitu mempertahankan kondisi mesin/peralatan agar berfungsi dengan baik sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam mesin juga berfungsi sesuai dengan umur ekonomisnya.
2. *Replace maintenance* yaitu melakukan tindakan perbaikan dan penggantian komponen mesin tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan sebelum kerusakan terjadi.

Maintenance juga diartikan semua aktivitas penting yang dilakukan untuk menjaga sistem dan semua komponen di dalamnya untuk mampu bekerja dengan baik. Pemeliharaan mesin sangat berpengaruh pada produktivitas mesin sehingga pemeliharaan mesin sebaiknya dilakukan di luar waktu produksi atau pemeliharaan dijadwalkan pada waktu tertentu yang tidak mendadak. Semakin

sering pemeliharaan dilakukan maka akan semakin meningkatkan biaya pemeliharaan.

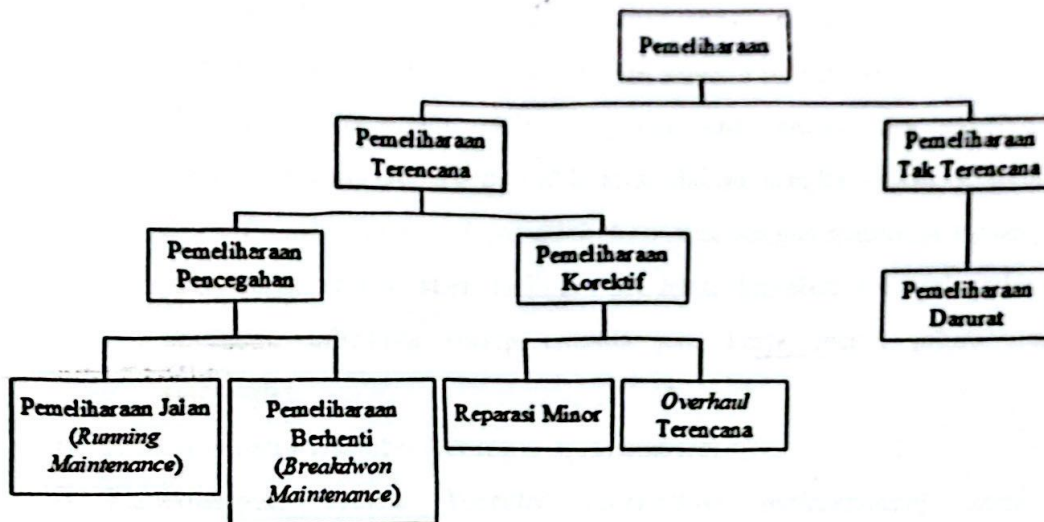
2.3.1. Tujuan Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan fasilitas mesin dan peralatan memiliki tujuan sebagai berikut (Assauri, 1996) :

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi.
4. Mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara efektif dan efisien secara keseluruhan.
5. Menghindari kegiatan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
6. Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau *return of investment* yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

2.3.2. Jenis-Jenis Pemeliharaan

Menurut Corder (1988), jenis-jenis pemeliharaan ditinjau dari saat pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan, dapat dibagi menjadi 2 (dua) cara, yaitu pemeliharaan yang direncanakan (*planned maintenance*), pemeliharaan yang tidak direncanakan (*unplanned maintenance*).



Gambar 2.1 Hubungan Antara Berbagai Bentuk Pemeliharaan
(Sumber: Corder, 1988)

1. Pemeliharaan yang direncanakan (*Planned Maintenance*)

Pemeliharaan yang direncanakan adalah pemeliharaan yang dilakukan secara terorganisir untuk mengantisipasi kerusakan peralatan di waktu yang akan datang, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Pemeliharaan yang direncanakan dibagi menjadi dua aktivitas utama, yaitu (Corder, 1988) :

a. Pemeliharaan pencegahan (*Preventive maintenance*)

Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) adalah inspeksi periodik untuk mendeteksi kondisi yang mungkin menyebabkan produksi terhenti atau berkurangnya fungsi mesin dikombinasikan dengan pemeliharaan untuk menghilangkan, mengendalikan, kondisi tersebut dan mengembalikan mesin ke kondisi semula atau dengan kata lain deteksi dan penanganan diri kondisi abnormal mesin sebelum kondisi tersebut menyebabkan cacat atau kerugian. Dalam kenyataannya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh suatu perusahaan/pabrik dibedakan menjadi dua, yaitu (Harsono, 1984) :

- 1) *Routine Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin. Sebagai contoh dari kegiatan *routine maintenance* adalah pembersihan fasilitas/peralatan, pelumasan (*lubrication*) atau pengecekan oli, serta pengecekan bahan

bakarnya dan mungkin termasuk pemanasan (*warming up*) dari mesin-mesin selama beberapa menit sebelum dipakai beroperasi.

2) *Periodic Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu. *Periodic maintenance* dapat dilakukan pula dengan memakai lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksi tersebut sebagai jadwal kegiatan, misalnya setiap seratus jam kerja mesin sekali dan seterusnya.

b. Pemeliharaan korektif (*Corrective maintenance*)

Pemeliharaan secara korektif (*corrective maintenance*) adalah pemeliharaan yang dilakukan secara berulang atau pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetelan dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima (Corder, 1988). Pemeliharaan ini meliputi reparasi minor, terutama untuk rencana jangka pendek, yang mungkin timbul diantara pemeriksaan, juga *overhaul* terencana.

2. Pemeliharaan yang tidak direncanakan (*Unplanned Maintenance*)

Pemeliharaan yang tidak direncanakan adalah pemeliharaan darurat, yang didefinisikan sebagai pemeliharaan dimana perlu segera dilaksanakan tindakan untuk mencegah akibat yang serius, misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk keselamatan kerja (Corder, 1988). Pada umumnya sistem pemeliharaan merupakan metode tak terencana, dimana peralatan yang digunakan dibiarkan atau tanpa disengaja rusak hingga akhirnya, peralatan tersebut akan digunakan kembali maka diperlukannya perbaikan atau pemeliharaan. Pemeliharaan darurat merupakan kegiatan perbaikan yang harus segera dilakukan karena terjadi kemacetan atau kerusakan yang tidak terduga (Arsyad, 2018).

2.3.3. Kegiatan Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan suatu mesin atau peralatan terbagi dalam 5 (lima) tingkatan, yaitu (Assauri, 1996) :

1. Inspeksi (*Inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pencegahan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) bangunan dan peralatan sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan dan membuat laporan-laporan dari hasil pengecekan atau pemeliharaan tersebut.

2. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

Kegiatan teknik meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli dan kegiatan-kegiatan pengembangan peralatan atau komponen peralatan yang perlu diganti, serta melakukan kegiatan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan pengembangan tersebut. Kegiatan teknik melakukan penyelidikan sebab akibat terjadinya kerusakan pada peralatan tertentu dan cara-cara atau usaha-usaha untuk mengatasi/memperbaikinya yang sangat diperlukan dalam kegiatan produksi. Dengan mengetahui sebab-sebab ini, maka kegiatan teknik dapat dibuat alat-alat pencegahan terjadinya kerusakan pada masa-masa yang akan datang. Disamping itu dalam kegiatan ini dipelajari spesifikasi mesin dan usaha agar mesin dapat bekerja lebih efektif dan efisien.

3. Kegiatan Produksi (*Production*)

Kegiatan produksi ini dimaksudkan agar kegiatan pengelolaan pabrik dapat berjalan lancar sesuai dengan rencana, dan untuk ini diperlukan usaha-usaha perbaikan segera jika terdapat kerusakan pada peralatan.

4. Pekerjaan Administrasi (*Clerical Work*)

Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan administrasi dari pekerjaan pemeliharaan yang menjamin adanya pencatatan mengenai kegiatan atau kejadian yang penting dari bagian pemeliharaan.

5. Pemeliharaan Bangunan (*House Keeping*)

Kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya.

2.4. *Total Productive Maintenance*

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan program pengembangan pemeliharaan dasar yang melibatkan seluruh sumber daya manusia, sehingga jika di implementasikan akan meningkatkan kualitas, mengurangi biaya dan produktivitas, serta menekan adanya biaya. Sistem pemeliharaan ini bisa dilakukan dengan membuat kelompok-kelompok kecil supaya bisa di realisasikan dengan baik. Dalam pengertian lain TPM adalah suatu proses untuk memaksimalkan suatu produktivitas dari mesin dan peralatan dalam masa pakainya (Nakajima, 1988).

Total Productive Maintenance (TPM) juga didefinisikan sebagai suatu pendekatan inovatif tentang pemeliharaan dengan mengoptimalkan keefektifan peralatan, mengeliminasi kerusakan-kerusakan (*six big losses*) dan merupakan sarana untuk mempromosikan *autonomous maintenance* operator (kemandirian pemeliharaan) melalui aktivitas sehari-hari yang melibatkan seluruh pekerja/karyawan yang tujuannya adalah untuk peningkatan produksi serta meningkatkan moral tenaga kerja dan kepuasan kerja karyawan. Definisi lengkap TPM meliputi lima unsur, berikut ini (Nakajima, 1988):

1. TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas peralatan.
2. TPM membentuk sebuah sistem pemeliharaan produktif yang terpadu dan menyeluruh yang meliputi seluruh umur peralatan.
3. TPM dilaksanakan oleh berbagai departemen (teknik, operasional, pemeliharaan).
4. TPM melibatkan semua karyawan, dari manajemen puncak sampai pekerja lapangan.
5. TPM mempromosikan pemeliharaan produktif melalui manajemen motivasi yaitu melalui kegiatan-kegiatan oleh kelompok kecil.

Menurut Seiichi Nakajima Chairman of *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)*, mendefinisikan *Total Productive Maintenance (TPM)* sebagai suatu pendekatan yang inovatif dalam pemeliharaan dan perawatan untuk menghilangkan kerusakan mendadak (*Breakdown*) dan melakukan kemandirian operator dalam pemeliharaan (*Autonomous Operator Maintenance*).

Tabel 2.1. Hubungan Antara TPM, *Productive Maintenance* dan *Preventive Maintenance*

	TPM	<i>Productive Maintenance</i>	<i>Preventive Maintenance</i>
Efisiensi ekonomi	√	√	√
Sistem total (MP-PM-MI)	√	√	
Perawatan mandiri oleh operator	√		

(Sumber: Nakajima, 1988)

TPM tidak terlalu mahal untuk diimplementasikan, tidak memerlukan biaya konsultasi atau lisensi, hanya saja tidak dapat dicapai dalam waktu jangka pendek. TPM bukan konsep yang sulit untuk dipahami dan diterapkan, prakteknya langsung ke permasalahan dan logis serta hasilnya dapat langsung dilihat, contohnya adalah tercapainya *zero breakdown*, *zero defect*, *zero accident*, dan *zero abnormalities* sepanjang siklus hidup dari sistem produksi sehingga memaksimalkan efektifitas penggunaan mesin.

Pada definisi TPM terkandung, antara lain (Nakajima, 1988):

1. Efektivitas Total (*Total Effectiveness*)
Berusaha untuk mencapai tingkat efisiensi ekonomis atau keuntungan ekonomis.
2. Pemeliharaan Pencegahan Total (*Total Preventive Maintenance*)
Menitikberatkan tindakan pencegahan untuk mencapai biaya pemeliharaan yang murah selama pemakaian, mulai dari tahap desain fasilitas dan selama tahap operasi dengan meningkatkan mampu dipelihara (*maintainability*), termasuk pelaksanaan pemeliharaan pencegahan.
3. Partisipasi Total (*Total Participation*)
Partisipasi dari seluruh fungsi yang terlibat, sehingga dapat terlaksananya *autonomous maintenance* atau pemeliharaan otomatis oleh operator dan atau kegiatan *small group activity* lainnya.

2.4.1. Tujuan dan Sasaran *Total Productive Maintenance*

Tujuan utama dari penerapan TPM adalah sebagai upaya perbaikan *maintenance* yang ada sehingga meningkatkan produktivitas dan efisiensi dengan cara menjaga mesin/peralatan selalu dalam kondisi yang optimal, sehingga menghasilkan produk yang bermutu tinggi dengan biaya yang ditekan serendah mungkin. Adapun sasaran dari TPM adalah sebagai berikut (Nakajima, 1988) :

1. Memaksimalkan efektifitas mesin.
2. Membangun sebuah sistem yang menerapkan *productive maintenance* untuk menunjang umur dari mesin.
3. Melibatkan seluruh departemen di dalam menerapkan TPM (*engineering, desain, produksi dan maintenance*).
4. Secara aktif mengikutsertakan seluruh karyawan dari *top management* sampai *shop floor level*.
5. TPM menekankan pada kegiatan yang bertujuan untuk mencapai *zero breakdown* dan *zero defect*.
6. Mensosialisasikan TPM melalui *motivation management*.
7. Menggunakan pendekatan *autonomous maintenance* untuk mencegah setiap *loss* yang akan terjadi.

2.4.2. Konsep *Total Productive Maintenance*

Konsep TPM dapat diterapkan di perusahaan hanya saja perusahaan tersebut harus sudah memenuhi kondisi 5S/5R. Kondisi 5S tersebut adalah :

1. Seiri (*sorting out*)
Artinya ringkas/pemilahan, yaitu pemeliharaan yang dibagi menjadi tiga kategori berupa; diperlukan, tidak diperlukan, ragu-ragu. Barang yang tidak diperlukan tidak berada di area kerja dan tidak ada barang yang jumlahnya berlebih.
2. Seiton (*arranging efficiently*)
Artinya rapi/penataan, yaitu mengatur barang-barang yang diperlukan dengan susunan yang tepat sehingga mudah ditemukan pada saat diperlukan dan mudah dikembalikan, setiap barang yang masih diperlukan dalam pekerjaan tersedia di tempatnya dan jelas status keberadaanya, setiap barang dan tempat

penyimpanannya memiliki tanda atau identitas yang distandarkan dan setiap orang mematuhi aturan penyimpanan.

3. *Seiso (checking through cleaning)*

Artinya resik atau pembersihan, yaitu membersihkan serta memeriksa, menghilangkan sumber penyebab kotor, mengupayakan kondisi optimum.

4. *Seiketsu (neatness)*

Artinya rawat atau pemantapan, yaitu melaksanakan standarisasi di tempat kerja, mempertahankan kondisi optimum dan mewujudkan tempat kerja yang bebas kesalahan.

5. *Shitsuke (discipline)*

Artinya rajin atau disiplin, yaitu terbiasa merawat ringkas, rapi resik, terbiasa melaksanakan standar kerja, mengembangkan kebiasaan positif seperti taat aturan, tepat janji dan tepat waktu.

2.4.3. Delapan Pilar *Total Productive Maintenance*

Menurut Handoko (2008), delapan pilar TPM memiliki area tanggung jawab sendiri dalam perusahaan yang saling berkaitan. Apabila salah satu diantaranya tidak diterapkan dengan baik, maka pilar lainnya sulit untuk diterapkan. Berikut ini adalah delapan pilar yang dimaksud :

1. Pilar 1 – Fokus pada perbaikan (*Kaizen*)

Pada dasarnya *kaizen* adalah untuk perbaikan yang kecil, tetapi merupakan suatu basis yang berkesinambungan dan melibatkan semua orang-orang dalam organisasi, dan *kaizen* tidak memerlukan investasi. Pilar ini mengarah pada menurunkan kerugian pada tempat kerja yang mempengaruhi efisiensi. Dengan penggunaan suatu prosedur yang terperinci dapat eliminasi kerugian dengan melakukan *kaizen*.

2. Pilar 2 – Pemeliharaan Mandiri (*Autonomous Maintenance*)

Pilar ini mengarah pada pengembangan operator untuk mampu melakukan pemeliharaan yang kecil. Dengan pemeliharaan yang terampil orang-orang dapat meluangkan waktu pada aktivitas lebih, nilai tambah dan pekerjaan perbaikan teknis, operator bertanggung jawab atas pemeliharaan dari peralatan mereka untuk mencegahnya dari memburuk.

Sasaran dari pemeliharaan mandiri adalah :

- a. Mengembangkan operator yang mampu mendeteksi berbagai tanda dari kerugian (*losses*).
- b. Menciptakan tempat kerja yang rapih dan bersih, sehingga setiap penyimpanan dari kondisi normal dapat dideteksi dalam waktu singkat.

3. Pilar 3 – Pemeliharaan Terencana (*Planned Maintenance*)

Dengan pemeliharaan yang terencana, kita meningkatkan usaha dari reaktif menjadi metode proaktif dalam pemeliharaan yang terlatih untuk membantu mengorganisir operator kearah memelihara peralatan mereka.

Aktivitas dari pemeliharaan terencana adalah :

Sistem respon kilat

- a. Aktivitas untuk mendeteksi penyimpangan secara dini (berdasarkan waktu/perawatan periodik, berdasarkan kondisi/perawatan prediktif).
- b. Aktivitas untuk mencegah terulangnya kerusakan.
- c. Aktivitas untuk memperpendek waktu reparasi (diagnosa kerusakan, mempelajari metode penggantian *part*, manajemen *sparepart*)

4. Pilar 4 – Pendidikan dan Pelatihan

Pilar ini diarahkan untuk mempunyai karyawan multi keterampilan yang mempunyai semangat kerja yang tinggi, dapat bekerja dan melaksanakan semua fungsi secara efektif dan dengan bebas pendidikan diberikan kepada operator untuk meningkatkan mutu keterampilan mereka.

5. Pilar 5 – Manajemen Mesin dan Produk Baru

Sasaran utama dari manajemen mesin dan produk baru adalah untuk menghilangkan pemborosan dan *defect* dengan mesin yang handal, mudah dioperasikan, mudah dirawat dan operasi yang stabil setelah instalasi.

6. Pilar 6 – Manajemen Kualitas

Pemeliharaan kualitas adalah pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan prinsip dasar bahwa untuk memelihara seluruh kualitas produk dalam keadaan baik (*Zero Defect*), maka peralatan harus terpelihara dengan baik.

7. Pilar 7 – Kantor TPM

Pihak manajemen mulai beraktivitas setelah empat pilar sebelumnya dilaksanakan. Kantor TPM harus bisa mengikuti meningkatkan produktivitas, mengidentifikasi dan menghapuskan kerugian. Ini termasuk proses analisis dan prosedur kearah peningkatan otomasi kantor.

8. Pilar 8 – Manajemen Keselamatan, Kebersihan dan Lingkungan Kerja

Target dari pilar ini adalah : *Zero accident* (nol kecelakaan), *zero healt damage* (nol merusak kesehatan), *zero fires* (nol kebakaran).

2.4.4. Keuntungan Menerapkan *Total Productive Maintenance*

Beberapa keuntungan yang didapat apabila perusahaan menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM) oleh berbagai pihak keberhasilannya, antara lain :

1. Bagi personil bagian pemeliharaan
 - a. Permesinan dan peralatan tetap bersih dan dijaga pada kondisi yang baik sehingga menciptakan suasana kerja yang lebih baik dan aman.
 - b. Jumlah dan frekuensi pemeliharaan darurat semakin berkurang, personil pemeliharaan hanya diperlukan untuk pekerjaan yang bersifat khusus.
 - c. Lebih banyak waktu yang bisa digunakan untuk mencari penyebab kerusakan mesin, semakin banyak kesempatan untuk meningkatkan keahlian dan pengetahuan.
2. Bagi personil bagian produksi
 - a. Lingkungan kerja yang lebih bersih, rapi dan aman.
 - b. Permasalahan dan kegagalan dapat diatasi dengan baik dan tenang.
 - c. Kesempatan untuk menambah keahlian dan pengetahuan serta melakukan perbaikan dan metode kerja yang lebih baik dari mesin yang lebih efisien.
 - d. Dengan memberikan tanggung jawab sesuai dengan pekerjaannya sehingga bisa lebih berkembang dan berpengetahuan.
3. Bagi peningkatan bisnis
 - a. Meningkatkan efektifitas permesinan dan peralatan yang memiliki pengaruh langsung pada kualitas produk sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan.

- b. Disisi yang lain meningkatkan keuntungan dan kompetitif dalam bisnis sebab *scrap* dan *rework* dapat dikurangi.
- c. Meningkatkan gairah personil produksi, meningkatkan motivasi dan moral melalui perbaikan lingkungan kerja, rasa memiliki, partisipasi dan pelatihan-pelatihan.
- d. Kondisi manufaktur yang lebih terkontrol dan terorganisasi secara baik, sehingga banyak waktu untuk pengembangan berkelanjutan, dan lingkungan kerja lebih baik bagi semua orang.

2.4.5. Tahapan Menerapkan *Total Productive Maintenance*

Tahap-tahap yang ditempuh untuk implementasi perusahaan menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM), adalah (Nakajima, 1988) :

1. Tahap persiapan

Tahap ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang kondusif untuk implementasi perusahaan menerapkan TPM, tahap persiapan ini meliputi :

- a. Mengumumkan keputusan manajemen puncak untuk implementasi perusahaan menerapkan TPM. Hal di atas dapat dilaksanakan melalui presentasi resmi yang berisi konsep, latar belakang, tujuan dan manfaat dari perusahaan menerapkan TPM kepada seluruh bagian.
- b. Melatih dan mengembangkan karyawan. Kegiatan ini bertujuan untuk menjelaskan semua tentang perusahaan menerapkan TPM, meningkatkan moral dan mengubah pola pikir yang sempit bahwa pemeliharaan mesin hanya tugas departemen pemeliharaan saja.
- c. Mengenalkan kepada semua peserta perusahaan menerapkan TPM, khususnya operator. Hal ini dimaksudkan supaya perusahaan menerapkan TPM dapat diterima dengan mudah, sehingga pada nantinya akan membudaya menjadi kebiasaan yang biasa dilakukan tanpa adanya paksaan.
- d. Membentuk organisasi untuk mengembangkan perusahaan menerapkan TPM. Organisasi ini dapat terdiri dari perwakilan seluruh departemen dengan integrasi dari atas ke bawah dan berorientasi manajemen dari

bawah ke atas dan ditekankan pada aktivitas kegiatan grup-grup perusahaan menerapkan TPM.

- e. Menerapkan dasar perusahaan menerapkan TPM berdasarkan kebijakan dan tujuan.
- f. Contoh kegiatan ini adalah dengan membuat target dan jadwal untuk jangka pendek.
- g. Membuat *master plan* untuk perkembangan perusahaan menerapkan TPM. *Master plan* dapat berisi jadwal dan rencana penerapan untuk beberapa tahun ke depan tentang perusahaan menerapkan TPM, misalnya tahun ke 1 pengenalan, tahun ke 2 penerapan, dan tahun ke 3 pengembangan.

2. Tahap awal implementasi

Tahap awal implementasi adalah tahap membangun dasar untuk implementasi perusahaan menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk pertama kali.

a. Menentukan objek mesin sebagai percontohan perusahaan menerapkan TPM dan keuntungan menggunakan proyek percontohan ini adalah :

- 1) Perusahaan dapat mengetes mesin langsung di perusahaan.
- 2) Perusahaan dapat melihat langsung bagaimana prakteknya sehingga menarik perhatian operator.
- 3) Perusahaan mendapatkan materi untuk implementasi di area selanjutnya.

b. Melaksanakan tahap awal perusahaan menerapkan TPM.

Dengan mengukur enam jenis kerugian utama pada mesin. Hasil yang diperoleh disebut OEE. Keenam jenis kerugian ini diharapkan dapat dikurangi. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan OEE yang diperoleh dengan sebelum dan sesudah perusahaan menerapkan TPM.

3. Tahap implementasi perusahaan menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM)

Tahap implementasi perusahaan menerapkan TPM adalah tahapan yang dilakukan secara berurutan dan berkesinambungan meliputi :

- a. Mengukur efektifitas peralatan yang berhubungan dengan kegiatan *elimination of six big losses*.
- b. Melaksanakan program *autonomous maintenance* pada setiap akhir kegiatan di atas akan dilakukan audit dengan menjawab kuesioner sebagai evaluasi.
- c. Mengadakan suatu jadwal program pemeliharaan.
- d. Mengadakan pelatihan untuk mengembangkan operator dan departemen pemeliharaan.
- e. Menciptakan *early equipment management*.
- f. *Early equipment management* adalah bagaimana membuat peralatan dan produk yang dapat mengintegrasikan kebutuhan semua departemen supaya tercipta efektivitas dan efisiensi.

2.5. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah total pengukuran terhadap *performance* yang berhubungan dengan *availability* dari proses produktivitas dan kualitas. Pengukuran OEE menunjukkan seberapa baik perusahaan menggunakan sumber daya yang dimiliki termasuk peralatan, pekerja dan kemampuan untuk memuaskan konsumen dalam hal pengiriman yang sesuai dengan spesifikasi kualitas menurut konsumen. OEE merupakan cara pengukuran yang paling efektif untuk mencapai perbaikan perusahaan yang terus berfokus pada konsep *zero-waste* (Robinson dan Ginder,1995). Menurut Hansen (2001), terdapat berbagai istilah pendefinisian waktu dalam OEE, yaitu:

1. Down Time (DT)

Down time atau waktu kerusakan merupakan berhentinya mesin yang tidak terencana yang terbagi dalam beberapa kategori:

a. Down Time Teknikal

Proses berhenti karena kerusakan pada peralatan atau mesin, seperti kesalahan perawatan, kotoran atau goresan.

b. Down Time Operasional

Waktu kerusakan yang disebabkan oleh prosedur yang tidak benar, bekerja diluar spesifikasi dan kesalahan operator.

c. *Down Time* Kualitas

Waktu kerusakan yang disebabkan oleh ketidaksesuaian material, pengendalian terhadap permasalahan di proses dan kotoran dari produk atau proses.

2. *Excluded Time*

Merupakan waktu yang dijadwalkan tidak untuk produksi, seperti rapat yang terjadwal, percobaan-percobaan (produk yang untuk tidak dijual), pelatihan dan pendidikan (apabila tidak ada produk yang sedang di produksi), istirahat, libur dan lain-lain.

3. *Ideal Cycle Time* (Waktu Siklus Ideal)

Merupakan waktu ideal bekerjanya mesin sesuai dengan spesifikasi peralatan atau mesin.

4. *Loading Time* (Waktu Terjadwal)

Merupakan waktu normal untuk melakukan produksi.

5. *Operation Time* (Waktu Operasi)

Merupakan waktu sesungguhnya yang dibutuhkan untuk produksi.

6. *Stop Time* (ST)

Waktu berhentinya peralatan atau mesin baik terjadwal maupun tidak terjadwal, yang terbagi menjadi beberapa kategori, yaitu :

a. *ST (Stop Time) Operasional*

Merupakan berhenti yang direncanakan dan termasuk dalam kegiatan operasional seperti penggantian model, penggantian ukuran produk, percobaan standarisasi, pengambilan data-data operasional dan lain-lain.

b. *ST (Stop Time) Induced*

Berhentinya proses yang disebabkan karena sesuatu hal yang tidak terjadwal dan diluar permasalahan mesin, seperti kekurangan material, kekurangan pekerja, kekurangan informasi dan rapat yang tidak direncanakan terlebih dahulu.

Adapun tujuan dari menghitung OEE adalah untuk mengetahui nilai keefektifan suatu mesin. Nilai OEE dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Rate of Quality}$$

Angka indeks standar menurut JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) yaitu (Salvandy,1992) :

- *Availability* (A) : $\geq 90\%$
- *Performance Efficiency* (PE) : $\geq 95\%$
- *Rate of Quality* (ROQ) : $\geq 99\%$
- *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) : $\geq 85\%$

Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) telah menetapkan standar *benchmark* untuk nilai OEE berikut adalah kategori nilai OEE untuk standar yang sudah ditentukan (Production, 2016) :

1. Nilai OEE 40% masuk dalam kategori rendah, tapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah melakukan *improvement* melalui pengukuran langsung dengan menelusuri alasan-alasan *down time* dan menangani sumber-sumber penyebab *down time*.
2. Nilai OEE 60% masuk dalam kategori sedang tetap diperlukan adanya perbaikan pada sistem agar nilai OEE naik menjadi di atas 85% sehingga perusahaan akan bergerak menuju kelas dunia. Kategori ini dapat menimbulkan sedikit kerugian ekonomi dan daya saing sedikit rendah.
3. Nilai OEE 85% masuk dalam kategori kelas dunia, kategori ini masuk ke dalam efek kelas dunia dan baik dalam daya saing, setiap perusahaan menjadikan kategori ini menjadi tujuan jangka panjang yang berkelanjutan.
4. Nilai OEE 100% masuk dalam kategori sempurna, hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam *performance* yang cepat, dan tidak ada *down time*.

2.5.1. Tujuan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Penggunaan OEE sebagai *performance indicator*, mengambil periode basis waktu tertentu, seperti: *shiftly*, harian, mingguan, bulanan, maupun tahunan. Pengukuran OEE lebih efektif digunakan pada suatu peralatan produksi. OEE dapat digunakan dalam beberapa jenis tingkatan pada sebuah lingkungan perusahaan.

1. OEE dapat digunakan sebagai *benchmark* untuk mengukur rencana perusahaan dalam performansi.
2. Nilai OEE, perkiraan dari suatu aliran produksi, dapat digunakan untuk membandingkan garis performansi melintang dari perusahaan, maka akan terlihat aliran yang tidak penting.
3. Jika proses permesinan dilakukan secara individual, OEE dapat mengidentifikasi mesin mana yang mempunyai performansi buruk, dan bahkan mengidentifikasi fokus dan sumber daya TPM.

Selain untuk mengetahui performa peralatan, suatu ukuran OEE dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk keputusan pembelian peralatan baru. Dalam hal ini, pihak pengambil keputusan mengetahui dengan jelas kapasitas peralatan yang ada sehingga keputusan yang tepat dapat diambil dalam rangka memenuhi permintaan pelanggan.

Dengan menggabungkan dengan metode lain, seperti *Basic Quality Tools* (seperti *Pareto Analysis*, *Cause-Effect Diagram*) dengan diketahui nilai OEE, maka melalui metode tersebut faktor penyebab menurunnya nilai OEE dapat diketahui. Lebih lanjut, melalui faktor-faktor penyebab tersebut, tindakan-tindakan perbaikan dapat segera dilakukan sehingga dapat mengurangi usaha untuk pencarian area perbaikan.

2.5.2. Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Perhitungan nilai OEE diperoleh dengan mengalikan ketiga rasio utama (*availability*, *performance efficiency* dan *rate of quality*).

1. *Availability*

Availability merupakan persentase waktu produksi aktual dengan waktu produksi yang direncanakan. *Availability* digunakan untuk memonitor berapa lama sebuah mesin yang digunakan untuk produksi. Secara umum *availability* dapat dikatakan sebagai kemungkinan suatu sistem atau komponen berhasil menjalankan fungsinya ketika dioperasikan setiap saat. *Availability* dapat ditingkatkan dengan menurunkan kerusakan dan kerugian akan persiapan dan penyesuaian ulang peralatan.

Availability dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

Kerugian (*losses*) yang mempengaruhi *availability* suatu peralatan adalah :

- a. *Down Time* (Kegagalan Peralatan).
- b. *Set Up and Adjustment* (Penyetelan dan Penyesuaian)

Operation Time adalah jumlah waktu (tanpa *allowance*) yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Operation Time (Menit)} = \text{Loading Time (Menit)} - \text{Down time (Menit)}$$

- $\text{Down Time} = \text{Total Waktu Breakdown} + \text{Set Up and Adjustment}$

2. *Performance Efficiency* (PE)

Performance Efficiency (PE) adalah tingkat efisiensi mesin dalam menghasilkan suatu produk berdasarkan atas waktu operasinya.

Dihitung dengan rumus :

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Ouput Aktual} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100 \%$$

Kerugian yang mempengaruhi *Performance Efficiency* suatu mesin adalah :

- a. *Idle and Minor Stoppages* (Waktu Tunggu dan Kemacetan Kecil)
- b. *Reduced Speed* (Pengurangan Kecepatan)

3. *Rate of Quality* (ROQ)

Rate of Quality adalah tingkat rata-rata produk yang dihasilkan dalam kualitas baik dibandingkan dengan produk yang mengalami cacat.

Dihitung dengan rumus :

$$\text{Rate of Quality} = \frac{\text{Ouput Aktual} - \text{Ouput Defect}}{\text{Ouput Aktual}} \times 100 \%$$

Kerugian (*losses*) yang mempengaruhi *rate of quality* suatu mesin atau peralatan adalah :

- a. Cacat dalam proses

b. Pengukuran hasil

2.6. **Mean Time Between Failure (MTBF)**

Mean Time Between Failure (MTBF) adalah waktu rata-rata diantara kerusakan/*breakdown* satu dengan kerusakan/*breakdown* berikutnya pada suatu mesin. Dengan adanya perhitungan MTBF ini, maka dapat dilihat fluktuasi antara kerusakan satu dengan kerusakan yang lainnya. Rumus dari perhitungan MTBF sebagai berikut :

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

2.7. **Mean Time To Repair (MTTR)**

Mean Time To Repair (MTTR) adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk memperbaiki mesin pada saat terjadi kerusakan/*breakdown*. MTTR diperlukan untuk mengetahui kemampuan (*skill maintenance*) dalam menangani setiap kerusakan mesin atau komponen/*part*, juga untuk mendeteksi permasalahan serta pengambilan tindakan untuk memecahkan masalah tersebut. Dengan adanya perhitungan MTTR ini, maka dapat dilihat fluktuasi antara kerusakan satu dengan kerusakan yang lainnya bervariasi untuk masing-masing mesin. Rumus dari perhitungan MTTR sebagai berikut :

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Waktu Kerusakan Mesin}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

2.8. **Six Big Losses**

Alat ukur yang digunakan (OEE) yaitu untuk mengurangi atau menghilangkan *six big losses*. Adapun enam kerugian besar (*six big losses*) tersebut adalah sebagai berikut (Nakajima, 1988):

1. **Breakdown Loss**

Kerugian yang disebabkan oleh kecacatan peralatan dan membutuhkan perbaikan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Loss (\%)} = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

2. *Set up and Adjustment Loss*

Kerugian waktu yang disebabkan oleh *set up* mesin sebelum memulai proses produksi. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Setup and Adjustment Loss (\%)} = \frac{\text{Setup Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

3. *Idle and Minor Stoppages Loss*

Kerugian yang disebabkan karena mesin berhenti dalam waktu yang singkat dan harus di *restart* dan tidak diperlukan perbaikan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Idle and Minor Stoppages Loss (\%)} = \frac{\text{Non Productive}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

4. *Reduced Speed Loss*

Kerugian yang disebabkan karena mesin bekerja lebih lambat dari yang seharusnya. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Reduced Speed (\%)} = \frac{\text{Operation Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Output})}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

Menurunnya kecepatan produksi antara lain disebabkan oleh:

- a. Kecepatan mesin yang dirancang tidak dapat dicapai karena berubahnya jenis produk atau material yang tidak sesuai dengan mesin/peralatan yang digunakan.
- b. Kecepatan produksi mesin/peralatan menurun akibat operator tidak mengetahui berapa kecepatan normal mesin/peralatan sesungguhnya
- c. Kecepatan produksi sengaja dikurangi untuk mencegah timbulnya masalah pada mesin/peralatan dan kualitas produk yang dihasilkan jika diproduksi pada kecepatan produksi yang lebih tinggi.

5. *Quality Defect and Rework*

Kerugian yang disebabkan karena produk tidak di produksi dengan benar dari awal proses. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Defect Loss (\%)} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Ouput Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

6. *Yield/scrap Losses* Kerugian yang disebabkan karena adanya kecacatan di awal proses produksi. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Yield Loss (\%)} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Ouput Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

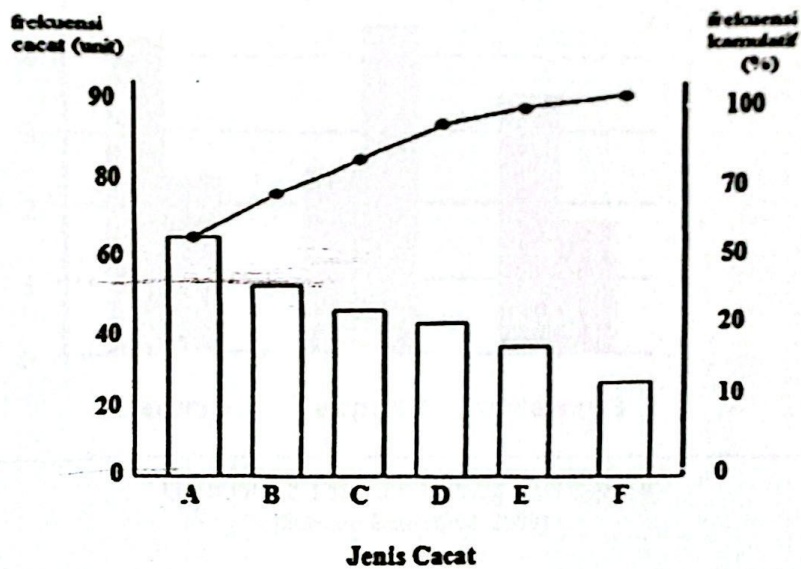
2.9. Diagram Pareto

Diagram pareto pertama kali diperkenalkan oleh Alfredo Pareto dan digunakan pertama kali oleh Joseph Juran. Diagram pareto adalah grafik balok dan grafik baris yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhan. Dengan memakai diagram pareto, dapat terlihat masalah mana yang dominan sehingga dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah. Fungsi Diagram pareto adalah untuk mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan kualitas dari yang paling besar ke yang paling kecil. (Heizer dan Render, 2009). Diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian (Gasperz, 1998).

Diagram Pareto dapat diaplikasikan untuk proses perbaikan dalam berbagai macam aspek permasalahan. Diagram pareto ini seperti halnya diagram sebab akibat tidak saja efektif digunakan untuk usaha pengendalian kualitas suatu produk, akan tetapi juga bisa diaplikasikan untuk (Wignjosoebroto, 2003):

1. Mengatasi *problem* pencapaian efisiensi/produktivitas kerja yang lebih tinggi lagi.
2. *Problem* keselamatan kerja (*safety*).
3. Penghematan/pengendalian *material*, energi, dan lain-lain.

4. Perbaiki sistem dan prosedur kerja, dan lain-lain.

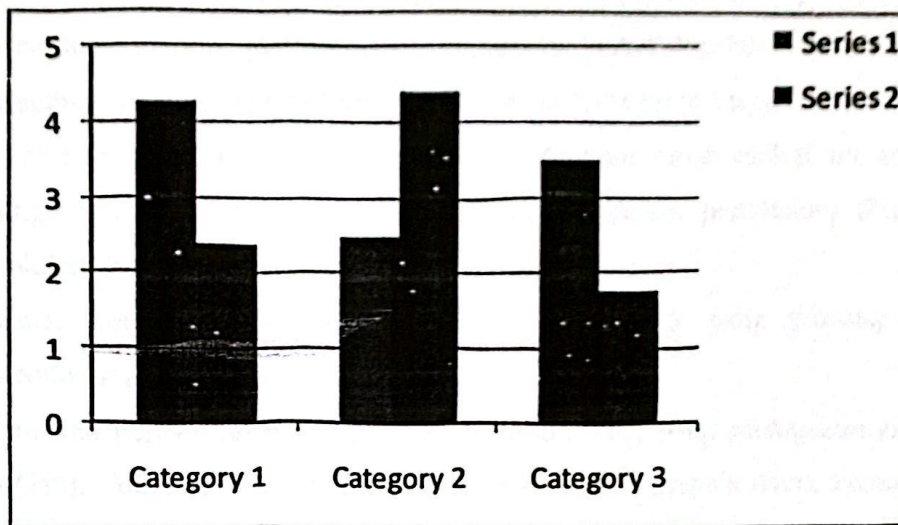


Gambar 2.2 Diagram Pareto
(Sumber: Gasperz, 1998)

2.10. Diagram Batang (*Histogram*)

Histogram menunjukkan cakupan nilai sebuah perhitungan dan frekuensi dari setiap nilai yang muncul. Histogram dapat dipergunakan sebagai suatu alat untuk mengkomunikasikan informasi tentang variasi dalam proses dan membantu manajemen dalam membuat keputusan-keputusan yang berfokus pada usaha perbaikan yang dilakukan secara kontinu atau terus-menerus (Heizer dan Render, 2009).

Untuk memudahkan analisis, kelompokkan terlebih dahulu data yang sekelas, biasanya dilihat secara kelompok dan kelompok-kelompok dari data tersebut akan bertebaran mulai dari kelas rendah sampai yang tinggi, namun apabila data yang ada bersifat kualitatif, pengelompokannya dapat dilakukan secara bebas seperti terlihat pada contoh histogram sederhana di bawah ini (Besterfield, 2009).



Gambar 2.3 Diagram Batang (*Histogram*)
(Sumber: Besterfield, 2009)

2.11. Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat adalah suatu diagram yang menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses *statistical*, sebab akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor penyebab itu. Untuk mempermudah menemukan faktor penyebab, pada umumnya faktor-faktor tersebut dikelompokkan dalam 5 faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Manusia (*man*)
2. Metode kerja (*work method*)
3. Mesin atau peralatan kerja lainnya (*machine/equipment*)
4. Bahan baku (*raw material*)
5. Lingkungan kerja (*environment*)

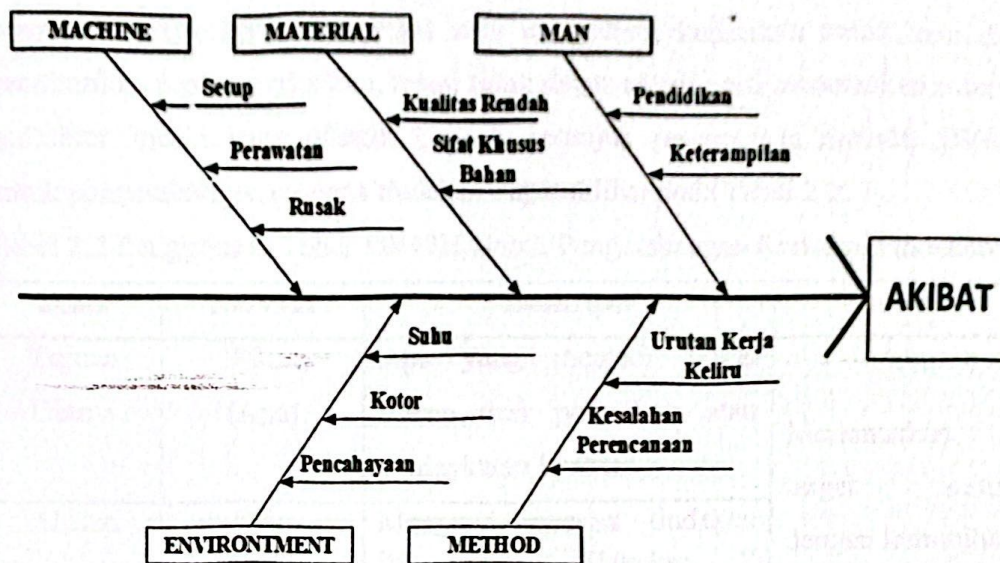
Diagram sebab akibat ini sering juga disebut sebagai diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) karena bentuknya seperti kerangka ikan, atau diagram ishikawa (*Ishikawa's diagram*) karena diperkenalkan pertama kali oleh Prof. Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo pada tahun 1943.

Pada dasarnya diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan sebagai berikut :

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

Prinsip yang dipakai dalam membuat diagram sebab akibat ini adalah sumbang saran (*brainstorming*). Langkah-langkah dalam pembuatan diagram sebab akibat dikemukakan sebagai berikut :

1. Mulai dengan pernyataan masalah-masalah utama yang penting dan mendesak untuk diselesaikan.
2. Tuliskan pernyataan masalah itu pada kepala ikan, yang merupakan akibat (*effect*). Tuliskan pada sisi sebelah kanan dari kerta (kepala ikan), kemudian gambarkan tulang belakang dari kiri ke kanan dan tempatkan pernyataan masalah itu dalam kotak.
3. Tuliskan faktor-faktor penyebab utama (sebab-sebab) yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai tulang besar, juga ditempatkan dalam kotak.
4. Tuliskan penyebab-penyebab utama (tulang-tulang besar), serta penyebab-penyebab sekunder itu dinyatakan sebagai tulang-tulang berukuran sedang.
5. Tuliskan penyebab-penyebab tersier yang mempengaruhi penyebab-penyebab sekunder (tulang-tulang berukuran sedang), serta penyebab-penyebab tersier itu dinyatakan sebagai tulang-tulang berukuran kecil.
6. Tentukan item-item yang penting dari setiap faktor dan tandailah faktor-faktor penting tertentu yang kelihatannya memiliki pengaruh nyata terhadap karakteristik kualitas.
7. Catatlah informasi yang perlu di dalam diagram sebab akibat.



Gambar 2.4 Diagram Sebab Akibat
(Sumber : Wignjosoebroto, 2003)

2.12. Analisis 5W+1H

Pada dasarnya, rencana-rencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan alternatif yang akan dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. Bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana juga harus direncanakan pada tahap ini (Gaspersz, 1998).

5W+1H dapat digunakan pada tahap *improvement*. Melalui diagram sebab akibat, akan timbul akar permasalahan dari masing-masing 5M+1E (*man, machine, methods, money, material & environment*). Sehingga timbul ide penyelesaian masalah dengan analisis 5W+1H. Analisis 5W+1H yang maksud adalah sebagai berikut:

1. *What* : Apa penyebabnya?
2. *Why* : Mengapa kerusakan terjadi?
3. *Where* : Lokasi tempat terjadinya?
4. *When* : Kapan terjadinya?
5. *Who* : Siapa pelaksana program perbaikan?
6. *How* : Bagaimana tindakan program pelaksana perbaikan?

Data yang dihasilkan dari metode analisis ini hanya bersifat kualitatif atau tidak dapat dihitung secara matematis. Kita hanya dapat mengetahui faktor-faktor

penyebab mesin berhenti operasi atau mengalami kerusakan untuk kemudian memberikan usulan perbaikan, tetapi tidak dapat secara pasti menentukan interval perbaikan mesin yang efektif. Contoh petunjuk penggunaan metode 5W+1H untuk pengembangan rencana tindakan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penggunaan Tabel 5W+1H Untuk Pengembangan Rencana Tindakan

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i> (Apa)	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan atau peningkatan kualitas ?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan
Alasan Kegunaan	<i>Why</i> (Mengapa)	Mengapa rencana tindakan itu perlu dilakukan ? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan	
Lokasi	<i>Where</i> (Di mana)	Dimana rencana tindakan ini akan dilaksanakan? Apakah aktivitas ini harus dikerjakan di sana ?	Mengubah sekuens atau urutan aktivitas
Sekuens (Urutan)	<i>When</i> (Kapan)	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Apakah aktivitas itu akan dilaksanakan kemudian?	atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilaksanakan bersama
Orang	<i>Who</i> (Siapa)	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Mengapa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	

(Lanjut....)

Tabel 2.2 Penggunaan Tabel 5W+1H Untuk Pengembangan Rencana Tindakan

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Metode	<i>How</i> (Bagaimana)	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang diberikan sekarang merupakan metode terbaik?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada

(Sumber: Gasperz, 1998)

2.13. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data. Tanpa mengetahui teknik pengumpulan data, maka peneliti tidak akan mendapatkan data yang memenuhi standar data yang ditetapkan (Sugiyono, 2016).

Pengumpulan data dapat dilakukan dalam berbagai *setting*, berbagai sumber dan berbagai cara. Apabila dilihat dari segi cara atau teknik pengumpulan data, maka teknik pengumpulan data dapat dilakukan dengan:

1. Observasi (pengamatan)

Nasution (1988) menyatakan bahwa, observasi adalah dasar semua ilmu pengetahuan. Para ilmuwan hanya dapat bekerja berdasarkan data yaitu fakta mengenai dunia kenyataan yang diperoleh melalui observasi. Data itu dikumpulkan dan sering dengan bantuan berbagai alat yang sangat canggih, sehingga benda-benda yang sangat kecil (proton dan elektron) maupun yang sangat jauh (benda ruang angkasa) dapat diobservasi dengan jelas.

2. *Interview* (wawancara)

Wawancara merupakan pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab, sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam suatu topik tertentu. Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti, tetapi juga apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mendalam. Teknik pengumpulan data ini mendasarkan

diri pada laporan tentang diri sendiri atau *self-report*, atau setidaknya pada pengetahuan dan atau keyakinan pribadi.

3. Dokumentasi

Dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar atau karya-karya monumental dari seseorang. Dokumen yang berbentuk tulisan misalnya catatan harian, sejarah kehidupan, ceritera, biografi, peraturan, kebijakan. Dokumen yang berbentuk gambar misalnya, foto, gambar hidup, sketsa dan lain-lain. Dokumen yang berbentuk karya misalnya karya seni, yang dapat berupa gambar, patung, film, dan lain-lain. Studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara dalam penelitian kualitatif.

4. Triangulasi/gabungan

Triangulasi diartikan sebagai teknik pengumpulan data yang bersifat menggabungkan dari berbagai teknik pengumpulan data dan sumber data yang telah ada. Bila peneliti melakukan pengumpulan data dengan triangulasi, maka sebenarnya peneliti mengumpulkan data yang sekaligus menguji kredibilitas data, yaitu mengecek kredibilitas data dengan berbagai teknik pengumpulan data dan berbagai sumber data.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah serangkaian langkah dan pola pikir untuk merumuskan, menganalisa, memecahkan dan menarik kesimpulan atau masalah yang sedang dihadapi. Metodologi penelitian membantu agar penelitian dapat dilakukan secara sistematis, terarah dan menghasilkan penyelesaian yang lebih baik.

3.1. Jenis dan Sumber Data

3.1.1. Jenis Data

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan, maka dikelompokkan menjadi dua jenis data, yaitu :

1. Data primer adalah data yang diperoleh dari objek penelitian secara langsung. Adapun data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu waktu siklus ideal dan waktu *set up* mesin *shot blast* 10.
2. Data sekunder adalah data yang tidak berhubungan langsung dengan objek penelitian tetapi ikut mendukung dalam membantu kelancaran penelitian yang dilakukan. Data ini diperoleh dari perusahaan berupa laporan serta literatur maupun data yang diperoleh dari sumber kepustakaan, yang termasuk data sekunder adalah :
 - a. Data umum perusahaan
 - b. Jadwal waktu kerja
 - c. Aliran proses produksi
 - d. Deskripsi mesin *shot blast* 10
 - e. Data produksi mingguan
 - f. Data *reject* produk
 - g. Data kerusakan mesin *shot blast* 10

3.1.2 Sumber Data

Berdasarkan sumber datanya, penelitian ini menggunakan data internal. Data yang dikumpulkan berkaitan dengan data umum perusahaan serta data yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Sumber data primer didapatkan dari hasil wawancara dengan operator mesin *shot blast* 10, *engineer shot blast* dan departemen *maintenance*, sedangkan data sekunder didapatkan dari departemen *human resources*, departemen *finishing*, departemen *quality* dan departemen *maintenance*.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Perolehan data yang relevan dalam penelitian ini dengan cara pengamatan di lapangan yaitu meneliti secara langsung kegiatan produksi proses *shot blast* mesin 10 pada PT Bakrie Autoparts. Dalam melakukan pengumpulan data metode yang digunakan, yaitu :

1. Wawancara (*Interview*)

Wawancara atau *interview* adalah metode pengumpulan data yang digunakan untuk mendapatkan keterangan-keterangan secara lisan dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan untuk berdiskusi kepada pihak terkait mengenai permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini.

2. Observasi/pengamatan

Observasi atau pengamatan adalah metode pengumpulan data dengan mengamati proses produksi dan mesin-mesin yang sedang beroperasi secara langsung yang bertujuan untuk mendapatkan informasi aktual secara akurat.

3.3. Teknik Analisis

Identifikasi masalah dan tujuan yang telah dijelaskan pada bab I, landasan teori atau studi pustaka yang digunakan pada bab II, kemudian pada bab IV dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yaitu :

1. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan langkah awal yang dilakukan dengan tujuan mendapatkan informasi mengenai kondisi aktual perusahaan, proses produksi yang berlangsung dan dapat mengetahui masalah-masalah yang dihadapi oleh

perusahaan. Studi lapangan dilakukan dengan melakukan *brainstorming* bersama operator produksi mesin *shot blast* 10, operator *maintenance* departemen *maintenance*, departemen *continuous improvement*, departemen *finishing* PT Bakrie Autoparts.

2. Studi Pustaka

Setelah melakukan studi lapangan, tahap selanjutnya adalah melakukan studi pustaka untuk menunjang penelitian. Studi pustaka memberikan pedoman dalam pengumpulan data, dan memberikan gambaran serta konsep-konsep yang akan digunakan dalam pengolahan data. Dalam penelitian ini, studi pustaka dilakukan dengan cara mencari sumber-sumber literatur yang relevan dengan tujuan penelitian, serta memiliki informasi yang berkaitan dengan konsep dasar sistem industri modern, konsep produktivitas, pemeliharaan (*maintenance*), *Total Productive Maintenance* (TPM), dan perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR). Diharapkan pada tahapan ini diperoleh teori dan prinsip perhitungan yang dapat diterapkan dalam proses penelitian untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

3. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode wawancara dan pengamatan secara langsung kegiatan proses *shot blast* di Area *Shot Blast Foundry Plant 2* PT Bakrie Autoparts.

4. Pengolahan Data

Setelah diperoleh data-data yang dibutuhkan untuk kegiatan penelitian, kemudian dilakukan pengolahan terhadap data tersebut, yaitu dengan melakukan beberapa tahapan yaitu perhitungan *availability*, perhitungan *performance efficiency*, perhitungan *rate of quality*, perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF), perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) dan perhitungan *six big losses*.

5. Analisis Data

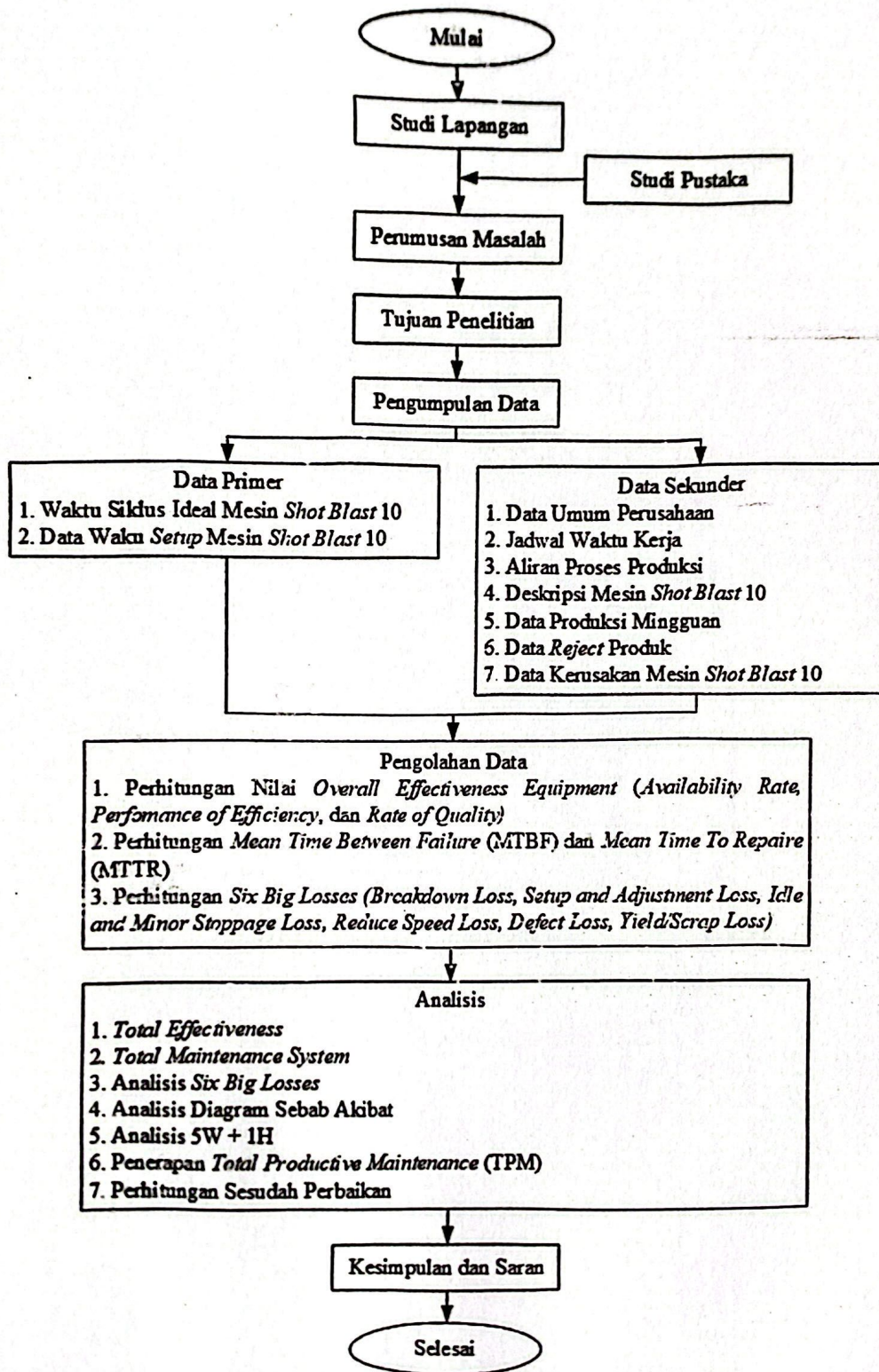
Tahapan ini mengenai analisis dan pembahasan terhadap langkah yang dilakukan pada bab sebelumnya, yaitu berupa penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM), dan memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan analisis *six big losses*.

6. Kesimpulan dan Saran

Tahapan kesimpulan dan saran berisi hasil analisis dan pembahasan.

3.4. Kerangka Pemecahan Masalah

Dalam melakukan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) terdapat langkah-langkah secara terstruktur dan terarah. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam memecahkan permasalahan yang ada pada penelitian penyusunan tugas akhir ini adalah seperti pada Gambar 3.1. Kerangka Pemecahan Masalah.



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah
(Sumber: Pengolahan Data)

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Sejarah Perusahaan

PT Bakrie Autoparts didirikan pada tanggal 30 Agustus 1974, dengan Akta Notaris Nomor 273, dan surat keputusan Menteri Perindustrian Nomor 392/M/SK/1974. Pada awal berdirinya, perusahaan bernama PT Bakrie Tubemaker, yaitu suatu usaha patungan antara Bakrie & Brothers dan merupakan suatu perusahaan pipa terbesar di Indonesia dengan nama *Tubemaker of Australia Limited* yang memproduksi pipa *fitting* sejak tahun 1934 di Australia.

PT Bakrie Autoparts yang sebelumnya dikenal dengan Bakrie Tosanjaya ini berubah nama pada tahun 2015 dengan tujuan untuk menjadi produsen komponen otomotif dunia yang berfokus pada peningkatan nilai dan menciptakan peluang investasi bagi mitra bisnis.

Perusahaan yang beralamat di Jalan Raya Bekasi KM. 27 Pondok Ungu, Medan Satria, Bekasi, Jawa Barat ini adalah suatu perusahaan industri manufaktur yang bergerak di bidang pengecoran besi (*ferrous foundry*) yang terpercaya untuk menghasilkan produk dengan kualitas tinggi sesuai dengan keinginan pemesan. Selain itu, dalam memenuhi permintaan pasar yang meningkat, perusahaan berusaha meningkatkan kemampuan produk dengan produk presisi tinggi dan juga dengan peralatan teknologi terbaru serta memberikan layanan dan solusi yang terbaik kepada pelanggan untuk menjawab tantangan yang berkembang dari industri otomotif. Hal tersebut dikarenakan tenaga ahli yang dipakai oleh perusahaan adalah putra-putri Indonesia yang telah berhasil menekuni dan mengembangkan teknologi pengecoran yang diserap baik selama masih bekerja sama dengan *Tubemaker of Australia Limited* maupun konsultan-konsultan yang didatangkan dari Eropa, Australia, Jepang maupun Amerika.



Gambar 4.1 Gedung Kantor PT Bakrie Autoparts
(Sumber : PT. Bakrie Autoparts)

Sejalan dengan izin usaha yang dimiliki, PT Bakrie Autoparts memperluas bisnisnya menjadi “*Auto Component Maker*” terintegrasi, bekerja sama dengan produsen otomotif utama di dunia dalam memproduksi, mendistribusikan, dan menjual komponen mobil di Indonesia dan di seluruh dunia. Perusahaan juga telah berhasil mengembangkan produk-produk barunya yaitu *general casting* dan telah mampu melayani pesanan baik dari sektor swasta maupun pemerintah seperti: *Fly Wheel, Air Brake Coupling, Transmission, Exhaust Manifold, Sipil Component*, dan lain-lain.

Khusus di bidang *Brake*, PT Bakrie Autoparts telah mampu memproduksinya dengan kualitas tinggi dan telah diuji sendiri oleh pemakainya, seperti *Brake Drum* dan *Disc Brake* untuk merek Mitsubishi, Daihatsu, Suzuki, Chevrolet, Toyota, Opel dan semua merek kendaraan dari kelas sedan sampai truk. Hasil dari semuanya itu tentu dapat dicapai karena perusahaan memiliki tekad kuat untuk menjadi salah satu perusahaan komponen otomotif terbaik di Indonesia dan di seluruh dunia dengan modal pengalaman yang dimiliki selama 35 tahun di industri komponen otomotif. Peralatan-peralatan produksi yang terpercaya, laboratorium serta tenaga ahli yang cukup teruji yang dimiliki perusahaan

menjadikan perusahaan dapat menghasilkan produk yang berkualitas. Dengan adanya hal tersebut, maka perusahaan telah berkembang dalam industri komponen otomotif.

4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

PT Bakrie Autoparts mempunyai visi dan misi yang harus dijalankan seluruh karyawannya guna tercapainya visi dan misi tersebut. Visi dan misi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Visi:

PT Bakrie Autoparts menjadi perusahaan komponen otomotif Indonesia terkemuka yang memproduksi berbagai produk dan investasi beragam di industri otomotif

2. Misi:

- a. Untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan juga untuk menyediakan dan memaksimalkan nilai-nilai pemegang saham.
- b. Untuk membangun industri komponen otomotif yang sangat kuat melalui kompetensi teknik yang unggul dan juga harga dan kualitas produk yang kompetitif.
- c. Untuk mengembangkan mitra strategis timbal balik di seluruh pemain industri otomotif domestik dan regional.
- d. Untuk memberikan keunggulan operasional yang didukung oleh sumber daya manusia yang kuat.

4.1.3. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi dalam perusahaan merupakan suatu hal yang sangat penting untuk dimiliki perusahaan dalam memperjelas kedudukan dan tanggung jawab serta dapat menggambarkan secara jelas pemisahan kegiatan dari pekerjaan antara yang satu dengan kegiatan yang lainnya dan juga bagaimana hubungan antara aktivitas dan fungsi dibatasi.

Struktur organisasi PT Bakrie Autoparts yang disusun berdasarkan fungsi-fungsi yang dibutuhkan di dalam perusahaan seiring dengan perkembangan usaha,

tugas dan tanggung jawabnya adalah sebagai berikut: (Gambar terlampir di Lampiran A).

1. *President Commissioner*, tugasnya adalah:
 - a. Mengadakan rapat pemegang saham.
 - b. Mengawasi jalannya perusahaan.
 - c. Menilai perkembangan perusahaan.
 - d. Membuat kebijaksanaan yang diperlukan.
2. *Chief Executive Officer (CEO)*, bertanggung jawab terhadap:
 - a. Hasil akhir produk yang dibuat oleh PT Bakrie Autoparts yang dikirim kepada pelanggan.
 - b. Menetapkan kebijakan mutu, target perusahaan serta mengembangkan target ke seluruh manajer.
 - c. Tinjauan manajemen bersama dengan seluruh manajer.
3. *Management Representative*, tugasnya adalah:
 - a. Menjamin proses yang dibutuhkan untuk sistem manajemen mutu yang telah ditetapkan, diimplementasi dan dipercaya.
 - b. Melaporkan performa sistem manajemen mutu dan peluang peningkatan (*Continuos Improvement*).
 - c. Memberikan teguran/peringatan kepada personil departemen/bagian tentang pelanggan terhadap sistem manajemen mutu.
4. *Finance*, tanggung jawab dan wewenangnya adalah:
 - a. Bertanggung jawab atas fungsi *treasury, financial acoounting, management accountant, warehouse, tax management, system development* dan lingkungan.
 - b. Berwenang menetapkan *bussines plan program* manajemen keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan.
 - c. Berwenang menetapkan kompetensi, pelatihan dan *awareness* karyawan.
 - d. Berwenang menetapkan instruksi kerja pengendalian operasional terkait standar mutu, pengendalian resiko dan dampak lingkungan.
 - e. Berwenang menetapkan rencana kerja dalam upaya perbaikan berkesinambungan.

5. *Human Resource and General Service*, tanggung jawab dan wewenangnya adalah:
 - a. Bertanggung jawab atas fungsi operasional manajemen sumber daya manusia (lingkup pengadaan, pelatihan dan pemeliharaan).
 - b. Bertanggung jawab atas pembuatan dan penyempurnaan kebijakan dan prosedur perusahaan.
 - c. Berwenang memberi sanksi kepada karyawan yang melanggar sistem mutu.
 - d. Bertanggung jawab atas fungsi sistem penggajian.
 - e. Bertanggung jawab mengelola fungsi perizinan.
 - f. Bertanggung jawab mengelola fungsi umum lainnya.
 - g. Bertanggung jawab mengelola fungsi rumah tangga.
 - h. Bertanggung jawab fungsi transportasi.
 - i. Bertanggung jawab mengelola fungsi pemeliharaan kebersihan pabrik/kantor.
6. *Legal dan IR (Innovation and Research)*, tanggung jawab dan wewenangnya adalah:
 - a. Bertanggung jawab atas kebijakan dan prosedur perusahaan, hubungan kerja, penyelesaian perselisihan, perizinan dan lingkungan
 - b. Berwenang menetapkan metode komunikasi integral terkait peningkatan *awareness* karyawan.
 - c. Berwenang menetapkan instruksi pengendalian operasional terkait standar mutu, pengendalian resiko dan dampak lingkungan.
 - d. Berwenang memberi peringatan terhadap karyawan yang berpotensi inkonsistensi dalam penerapan manajemen mutu, keselamatan kesehatan kerja.
7. *Maintenance*, tanggung jawab dan wewenangnya adalah:
 - a. Pengembangan sistem *maintenance* dan *engineering* untuk menjamin mesin dan peralatan produksi dapat dioperasikan sesuai dengan jadwal dan standar mutu yang telah ditetapkan.

- b. Pengawasan kegiatan *maintenance* pada mesin dan peralatan produksi untuk mencegah dan meminimalisasi timbulnya kerusakan pada saat mesin dan peralatan beroperasi.
8. *Sales and Marketing*, tanggung jawab dan wewenangnya adalah:
 - a. Bertanggung jawab atas penjualan produk dan pengembangan produk baru.
 - b. Bertanggung jawab atas harga, pelayanan pelanggan, promosi.
 - c. Berwenang dalam melakukan riset pasar, pengembangan bisnis dan lingkungan.
9. *Quality*, tanggung jawab adalah:
 - a. Bertanggung jawab atas *quality assurance, quality control, cost, safety* dan lingkungan.
10. *Machine Shop* tanggung jawab adalah:
 - a. Bertanggung jawab dalam pembuatan program CNC.
 - b. Membuat data *Quality Sheet*.
 - c. Mengecek hasil data *Quality Sheet*.
11. *Production*, bertanggung jawab terhadap:
 - a. Pelaksanaan sistem mutu di departemennya untuk menghasilkan produk yang memenuhi persyaratan mutu.
 - b. Penetapan dan Pengaturan personil di dalam kegiatan mutu.
12. *Production Planning and Inventory Control (PPIC)*, bertanggung jawab terhadap:
 - a. Tersedianya *material* produksi sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan.
 - b. Perencanaan program produksi dan pengendaliannya dengan memperhatikan stok dan jadwal pengiriman yang telah ditetapkan.
 - c. Pembuatan program produksi, seperti *core, hand mould, shoot blast* dan *finishing*.
13. *Product Quality Engineering*, bertanggung jawab terhadap pengendalian dan mengkoordinasi secara langsung seluruh aktifitas yang berkaitan dengan kebijakan *quality control* terhadap produk.

14. *Product Engineering*, bertanggung jawab terhadap mutu desain, *pattern*, *core box* dan penyimpanannya.

4.1.4. Kebijakan Mutu

Perusahaan yang bergerak di bidang *ferrous foundry* dan *machining*, akan senantiasa mengutamakan kepuasan pelanggan dan pihak berkepentingan yang relevan, dengan menghasilkan produk yang berkualitas, pengiriman tepat waktu, biaya yang bersaing dengan mengoptimalkan proses produksi yang ramah lingkungan dan mengutamakan kesehatan dan keselamatan kerja dengan tetap komitmen untuk senantiasa :

1. Mematuhi perundang-undangan dan persyaratan-persyaratan mutu lingkungan hidup kesehatan dan keselamatan kerja yang berlaku, baik dari pelanggan, pemerintah maupun pihak berkepentingan lain yang terkait.
2. Senantiasa melakukan upaya perlindungan lingkungan (*environmental protection*), mencegah terjadinya pencemaran lingkungan, serta kecelakaan kerja dan timbulnya penyakit akibat kerja dan akibat hubungan kerja.
3. Melakukan upaya efisiensi energi dan sumber daya alam pada setiap aktivitas, produk dan jasa.
4. Berkontribusi terhadap pengembangan masyarakat di sekitar perusahaan terkait pemberdayaan bidang sosial keagamaan, lingkungan dan kesehatan.

Kebijakan manajemen berlaku bagi seluruh karyawan dan pihak ketiga yang terkait dengan aktifitas perusahaan untuk diterapkan, dipelihara dan dikaji secara berkala dan konsisten dengan melakukan upaya perbaikan berkelanjutan.

Selain itu, dalam hal pengendalian mutu untuk menghasilkan produk *ferrous casting* yang terpercaya untuk industri khususnya otomotif maupun umum. Perusahaan akan melakukan perbaikan secara terus menerus dengan cara melaksanakan dan mempertahankan sistem Internasional ISO TS 16949 secara konsisten. Adapun kebijakan mutu yang telah dimiliki PT Bakrie Autoparts hingga tahun 2019 yaitu :

1. ISO 14001 : 2004, merupakan sebuah standar internasional yang berkaitan dengan Sistem Manajemen Lingkungan yang diterapkan untuk membantu

organisasi meminimalkan pengaruh negatif kegiatan operasional mereka terhadap lingkungan yang mencakup udara, air, suara, atau tanah. Gambar terlampir di lampiran B.

2. OHSAS 18001 : 2007, merupakan standar internasional untuk penerapan Sistem Manajemen Kesehatan & Keselamatan Kerja atau biasa disebut Manajemen K3 yang diterapkan untuk perlindungan terhadap para pekerja dari hal-hal yang tidak diinginkan yang timbul dari lingkungan kerja ataupun aktivitas pekerjaan itu sendiri yang berdampak terhadap kesehatan dan keselamatan para pekerja serta supaya tidak menimbulkan kerugian besar yang diakibatkan dari kecelakaan kerja yang bisa menjadi menjadikan citra buruk perusahaan dan bisa menurunkan *image* perusahaan. Gambar terlampir di lampiran B.
3. ISO 9001 : 2008, merupakan suatu standar internasional untuk sistem manajemen mutu/ kualitas. ISO 9001 : 2008, berupa prosedur terdokumentasi dan praktek-praktek standar untuk manajemen sistem, yang bertujuan menjamin kesesuaian dari suatu proses dan produk (barang atau jasa) terhadap kebutuhan atau persyaratan tertentu, dimana kebutuhan atau persyaratan tertentu tersebut ditentukan atau dispesifikasikan oleh pelanggan dan organisasi. Gambar terlampir di lampiran B.
4. ISOTS 16949 : 2009, merupakan standar sistem manajemen mutu internasional yang secara spesifik ditulis oleh industri otomotif dengan kesepakatan persetujuan bersama untuk meningkatkan mutu dan jaminan integritas terhadap penyediaan material untuk industri terkait. Gambar terlampir di lampiran B.

4.1.5 Ketenagakerjaan

1. Sistem Ketenagakerjaan

Sistem pembagian tenaga kerja di PT Bakrie Autoparts dibagi menjadi dua bagian menurut jenis pekerjaannya, yaitu:

a. Tenaga Kerja Langsung

Tenaga kerja langsung merupakan tenaga kerja yang secara langsung terlibat dalam proses produksi, misalnya operator.

b. Tenaga Kerja Tidak Langsung

Tenaga kerja tidak langsung yaitu tenaga kerja yang tidak secara langsung terlibat dalam proses produksi, misalnya karyawan bagian pengadaan, personalia, keuangan dan lain-lain.

2. Sistem Kepegawaian

Sistem kepegawaian PT Bakrie Autoparts terbagi dalam dua bagian, yaitu:

a. Karyawan *Temporary*/Kontrak

Karyawan kontrak yaitu karyawan yang masih dalam tahap percobaan pada masa tertentu, lamanya kontrak satu tahun. Setelah menjalani kerja dalam waktu masa percobaan, perusahaan tersebut akan memperpanjang kontraknya atau kontraknya diputus. Penilaian pegawai didasarkan pada sikap kerja yang diperlihatkan pegawai tersebut selama dalam masa percobaan.

b. Karyawan Tetap

Karyawan tetap yaitu pegawai yang sudah lama bekerja pada perusahaan tersebut dan telah diangkat menjadi pegawai tetap. Kesempatan kerja yang diberikan kepada lulusan STM/SMA/Perguruan Tinggi/Sekolah Pendidikan lain yang sekiranya dibutuhkan dalam proses produksi dan manajemen perusahaan.

3. Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan perusahaan yaitu sejumlah 628 orang dengan pembagian karyawan tetap sejumlah 609 orang dan karyawan kontrak 19 orang.

4. Masa Kerja

Dalam hal masa kerja dan pensiun, PT Bakrie Autoparts telah menetapkan standar bagi karyawannya, yaitu:

- a. Wanita : 32 tahun masa kerja dengan umur 55 tahun telah pensiun.
- b. Laki-Laki : 32 tahun masa kerja dengan umur 55 tahun telah pensiun.

5. Waktu Kerja

Perusahaan menetapkan jam kerja karyawan dengan pembagian sebagai berikut :

- a. *Non Shift*, untuk karyawan administrasi, bekerja pada hari:
- Senin-Jumat : 07.30 - 16.30 WIB
 - Waktu Istirahat Senin-Kamis : 12.00 - 13.00 WIB
 - Waktu Istirahat Jumat : 11.45 – 13.00 WIB
 - Hari Libur : Sabtu, Minggu dan Libur Nasional
- b. *Shift*, untuk karyawan yang bekerja di bagian produksi (pabrik), dibagi *shift* jam kerja, yaitu:

Tabel 4.1. Waktu Kerja dan Jam Kerja per *Shift*

Waktu Kerja	<i>Shift</i>	Jam Kerja
Senin - Jumat ...	Shift 1	07.00 – 15.00
	Shift 2	15.00 – 23.00
	Shift 3	23.00 – 07.00
Sabtu	Shift 1	07.00 – 12.00
	Shift 2	13.00 – 18.00

(Sumber: PT Bakrie Autoparts)

4.1.6. Tata Letak Pabrik atau *Plant Lay Out*

Tata letak pabrik merupakan suatu landasan utama dalam dunia industri. Tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan efektivitas kegiatan produksi dan dalam beberapa hal akan juga menjaga kelangsungan hidup atau keberhasilan suatu perusahaan.

Tata letak pabrik PT Bakrie Autoparts telah disusun berdasarkan fungsi serta tugas masing-masing *plant* dan area kerja yang tentunya dapat berubah sewaktu-waktu seiring dengan perkembangan usaha. *Plant layout* dari PT Bakrie Autoparts (Lampiran C).

1. Tata Letak *Foundry Plant 2*

Foundry Plant 2 merupakan tempat peneliti melakukan penelitian lebih tepatnya pada area *shot blast*. Tata letak *foundry plant 2* (Lampiran D).

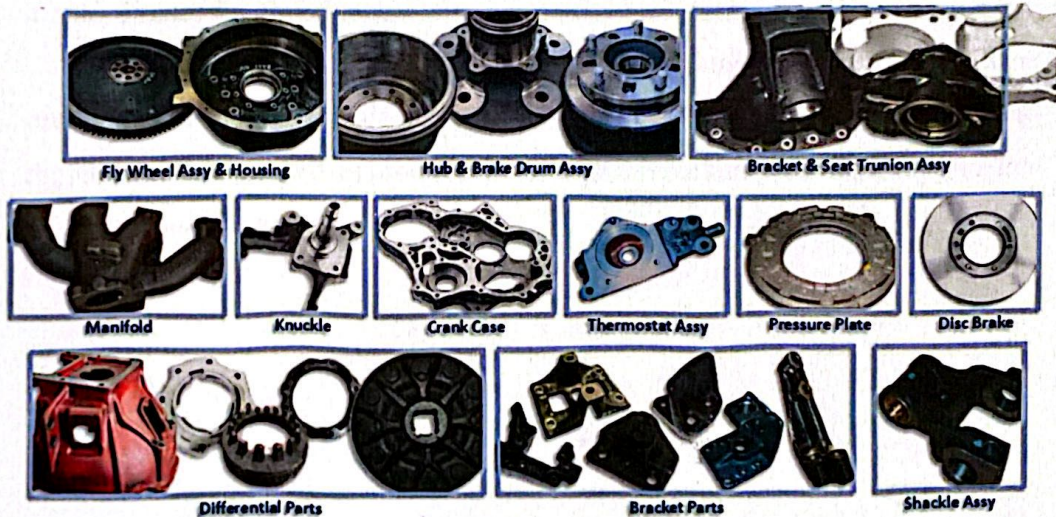
4.1.7. Produk Yang Dihasilkan Perusahaan

PT Bakrie Autoparts memiliki merek dagang yaitu BT yang selalu tertera pada setiap produk-produk yang dihasilkan. Tipe-tipe produk yang dihasilkan oleh PT Bakrie Autoparts adalah sebagai berikut :

1. *Automotive Components*

Fly Wheel Assy and Housing, Hub and Brake Drum Assy, Bracket and Seat Trunion Assy, Manifold, Knuckle, Crank Case, Thermostat Assy, Pressure Plate, Disc Brake, Differential Parts, Bracket Parts, Shackle Assy.

Dibawah ini adalah gambar tipe-tipe produk *automotive components* yang dihasilkan :



Gambar 4.2 Macam-macam Tipe Produk *Automotive Components*
(Sumber : PT Bakrie Autoparts)

2. *General Engineering Casting*

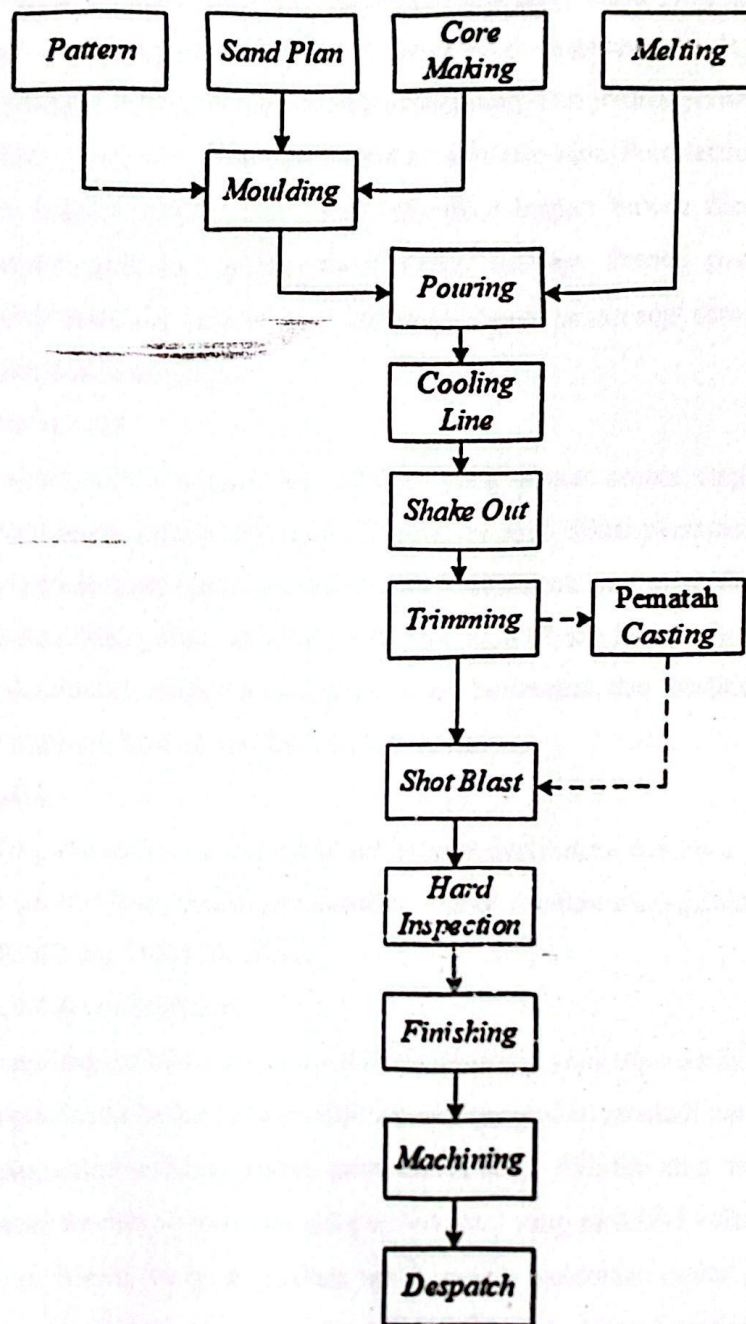
Diesel Components, Dies Stamping, Pump Housing, Baking Wheel, dan lain-lain. Dibawah ini adalah gambar tipe-tipe produk *general engineering casting* yang dihasilkan :



Gambar 4.3 Macam-macam Tipe Produk *General Engineering Casting*
(Sumber : PT Bakrie Autoparts)

4.1.8. Proses Produksi

Secara keseluruhan untuk semua tipe produk yang di produksi perusahaan prosesnya sama, hanya saja berbeda pada bentuk cetakan atau *pattern* yang digunakan. Tahapan proses produksi tersebut digambarkan pada Gambar 4.4 *Flow Process Chart Foundry*.



Gambar 4.4 Flow Process Chart Foundry
(Sumber : PT Bakrie Autoparts)

1. Pembuatan pola (*Patern*)

Pola (*patern*) adalah alat bantu yang berfungsi sebagai master dalam pembuatan cetakan pengecoran logam. *Patern* dibuat dari hasil dari *drawing*

dari *engineer* yang disesuaikan dengan karakteristik produk yang akan dibuat. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat pola pengecoran logam dapat berupa logam, kayu atau resin sintesis, tergantung dari jumlah produksi coran, ketelitian coran, cara pembuatan cetakan dan lain-lain. Pola terdiri dari dua bagian. Bagian atas disebut *cope*, sedangkan bagian bawah disebut *drag*. Pembuatan pola ini menggunakan mesin *milling*. Proses pemeriksaan (inspeksi) dari pola yang telah dibuat di cek berdasarkan segi dimensi, *cross joint* dan secara visualnya.

2. Pembuatan *core*

Core (inti) adalah bagian dari cetakan yang dibuat secara terpisah yang berfungsi untuk membentuk profil didalam maupun diluar permukaan benda. Dalam proses diperlukan juga pola untuk membentuk *core* yang disebut *core box*. Bahan baku yang digunakan yaitu pasir RCS (*Resin Coated Sand*). Mesin yang digunakan adalah mesin pemanasan horizontal dan vertikal dimana sumber api nya berasal dari LPG 40 kilo gram.

3. *Moulding*

Moulding merupakan proses membuat cetakan dari *patern* dan *core* yang telah dibuat untuk dibuat cetakan produknya. Proses cetakan menggunakan mesin Sinto, BMD dan DISA *Moulding*.

4. Proses *Melting* (Peleburan)

Proses *melting* (peleburan) merupakan stasiun kerja yang diperuntukkan untuk proses peleburan bahan baku produksi metal (zat padat) menjadi zat cair yang akan digunakan sebagai bahan pembuat *casting*. Wadah atau tanur yang digunakan disebut *furnace* (tungku pembakaran) yang memiliki volume 2600-2800 kg. Mesin yang digunakan untuk proses peleburan yaitu *Induction Furnace*. Hasil dari proses peleburan yang hendak digunakan pada proses penuangan ke *patern* akan diambil sampel untuk dilakukan pengecekan komposisi cairan sesuai atau tidak dengan kebutuhan produksi menggunakan alat *spectrometer*.

5. Proses *Pouring* (Penuangan)

Proses penuangan atau *pouring* merupakan proses menuangkan bahan baku produksi yang telah di lebur menjadi logam cair ke dalam cetakan hasil pengecoran (*moulding*). Sebelum proses penuangan ke cetakan, terdapat proses *tapping* yaitu proses penuangan logam cair dari *furnace* ke *ladle*. Ketika proses penuangan ke *ladle* dari *furnace*, posisi *ladle* dibawa oleh *forklift*. Setelah proses *tapping*, *ladle treatment* yang berisi cairan dilakukan pengecekan suhu dengan menggunakan *Thermocouple*. Untuk *ladle treatment* yang berisi cairan FCD dilakukan pembersihan kotoran pada cairan dengan menaburkan *exal ng* dan kotoran yang naik ke permukaan diangkat dengan tongkat besi.

Ladle adalah bejana yang digunakan untuk menampung, mengangkut dan menuangkan logam cair ke cetakan dari *furnace*. Perusahaan memiliki dua macam *ladle* yaitu *ladle* poci teh yang digunakan untuk logam *Ferro Casting* (FC) menampung cairan 750 kilo gram dan *ladle treatment* yang digunakan untuk logam *Ferro Casting Ductile* (FCD) yang dapat menampung cairan 750 kilo gram.

6. *Cooling line*

Cooling line merupakan lintasan setelah proses *pouring*. Pada *line* ini, cairan metal yang telah dituangkan ke cetakan akan didinginkan sehingga *casting* tidak terlalu panas dan tidak rusak akibat guncangan ketika masuk ke mesin *shake out*.

7. *Shake Out*

Shake out merupakan proses dimana mesin yang berupa meja getar digunakan untuk merontokkan pasir pada *casting* setelah melewati proses *pouring* dan *cooling*. Sisa pasir yang rontok dari *casting* disebut pasir lama. Pasir tersebut akan diolah kembali sebagai bahan baku untuk pembuatan *mould*.

8. *Trimming*

Trimming merupakan proses pemisahan *casting* dengan *runner system* dengan cara dipukul menggunakan palu. Biasanya untuk jenis logam *Fero Casting* (FC) pada proses sebelumnya di mesin *shake out* terdapat *runner system* yang sudah terpisah dengan *casting*. *Runner system* yang sudah terpisah dari *casting*

tersebut akan digunakan kembali sebagai bahan baku utama untuk proses *melting*.

9. Pematah *Casting*

Pematah *casting* merupakan proses pemisahan *casting* dengan *runner system* menggunakan mesin yang diperuntukkan untuk sebagian *casting* yang belum terpisah dengan *runner system* ketika melewati proses *shake out*.

10. *Shot Blast*

Shot Blast merupakan proses teknologi berupa penembakan butiran bola-bola logam (*steel shot*) menggunakan bilah pelontar (*blade*) pada permukaan *casting* secara kontinyu untuk menghilangkan material kontaminasi (pasir bekas *casting*) dari permukaan sehingga permukaan *casting* menjadi bersih/mengkilap.

11. *Hard Inspection*

Hard inspection merupakan pengecekan *casting* berupa:

- a. Pengecekan *sound test* menggunakan palu yang dilakukan pada *casting* dengan material *Ferrous Casting Ductile* (FCD)
- b. Pengecekan kelengkapan identitas *casting* (Logo BT, nomor *part*, nomor BT, nomor *casting* dan kode produksi)
- c. Pengecekan visual cacat tuang pada *casting* menggunakan alat bantu *Go Nogo* untuk mengidentifikasi masalah *mould lift* dan *minus*.
- d. Pengecekan poin ketebalan dan *cross joint* sesuai *control plan* menggunakan alat bantu *caliper*, *go nogo*, alat *cross joint*, *thickness dial gauge*.

Setelah seluruh pengecekan telah dilakukan, selanjutnya memberikan *marking* pada *casting* di area logo BT. *Marking* biru untuk *casting* baik dan *marking* merah untuk *casting reject*.

12. *Finishing*

Proses *finishing* merupakan proses penyelesaian tahap akhir produk menggunakan mesin gerinda untuk membuang bagian yang tidak perlu serta menghaluskan produk.

13. *Machining*

Machining merupakan proses menghaluskan dan melubangi yang diperuntukkan untuk sebagian produk tertentu.

14. *Despatch*

Despatch adalah tempat yang digunakan untuk menyimpan produk dari *store finish good* yang sudah dikemas dan siap dikirimkan ke *customer* sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

4.1.9. Mesin *Shot Blast* 10

Mesin *shot blast* merupakan mesin yang banyak digunakan pada berbagai industri, salah satunya industri pengecoran logam. Adanya mesin *shot blast* bertujuan untuk merontokkan pasir sisa bekas *casting* dengan menembakkan *steel shot* melalui *blade impeller*. Mesin *shot blast* yang terdapat di perusahaan ada tujuh unit mesin jenis *hanger blast* dengan merek, kapasitas dan peruntukkan yang berbeda, salah satunya adalah mesin *shot blast* 10.

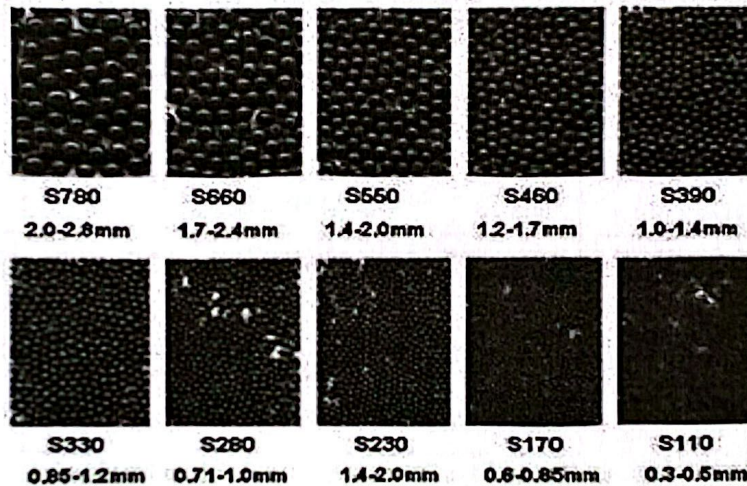
Mesin *shot blast* 10 terletak di *foundry plant* 2 bersamaan dengan mesin *shot blast* nomor 03 dan 11. Nama merek mesin adalah *sinto* dengan tipe mesin *Y rail hoist crane hanget type* GT 15. Mesin ini biasanya diperuntukkan untuk produk seperti *brake drum*, *bracket trunnion*, *hub*, *fly wheel* maupun *general casting*.



Gambar 4.5 Mesin *Shot Blast* 10
(Sumber: PT Bakrie Autoparts)

4.1.9.1. Urutan Proses *Shot Blast*

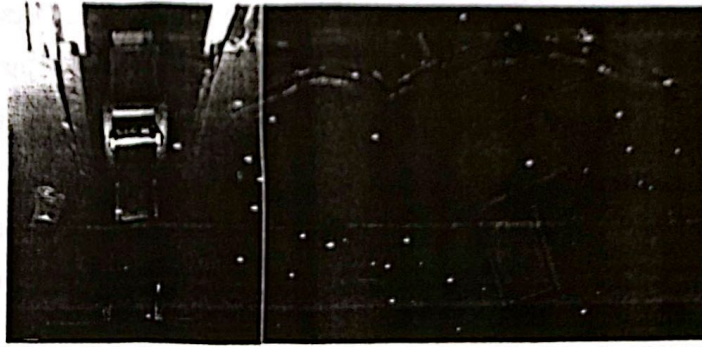
Proses *shot blast* berlangsung dengan menembakkan butiran bola-bola logam (*steel shot*) secara kontinyu terhadap permukaan *casting* dengan gaya sentrifugal. Hal terpenting dalam proses *shot blast* dalam menghasilkan produk yang bersih ditentukan dengan ketersediaan bahan baku *steel shot* pada mesin. Ketersediaan *steel shot* dalam mesin dapat diukur berdasarkan indikator *ampere* pada *control panel*. Kondisi ideal ketersediaan *steel shot* berkisar antara 16-20 ampere. Untuk ukuran *steel shot* yang digunakan tersebut banyak variasinya tergantung dengan spesifikasi yang diperlukan. Spesifikasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6 Jenis-Jenis Butiran Bola Logam/*Steel Shot* Dalam Berbagai Ukuran.



Gambar 4.6 Jenis-Jenis Butiran Bola Logam/*Steel Shot* Dalam Berbagai Ukuran

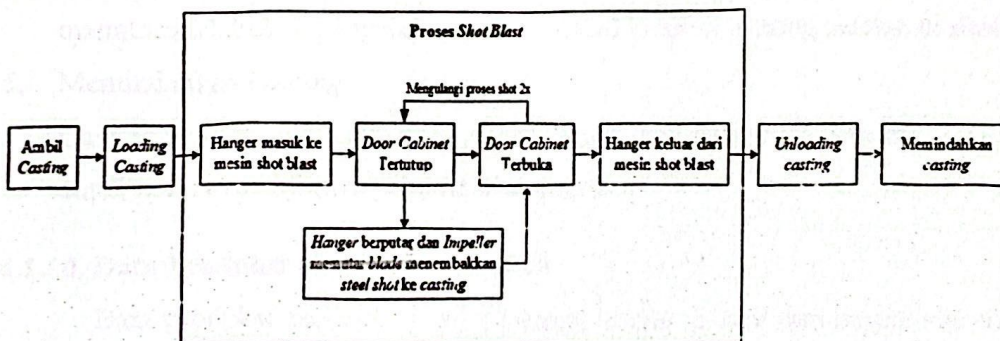
(Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/Shot-blast-steel-ball-S230-for_60471301492.html)

Steel shot yang digunakan perusahaan berbeda-beda dengan disesuaikan pada mesin *shot blast*. Mesin *shot blast* 10 menggunakan *steel shot* S660 ukuran 1,7 – 2,4 mm. Selain ketersediaan bahan baku yang harus tersedia, komponen terpenting pada mesin yaitu bilah logam atau *blade* yang berfungsi sebagai pelontar butiran bola-bola logam (*steel shot*).



Gambar 4.7 Bilah Logam atau *Blade* Pada *Impeller* Mesin *Shot Blast* 10
(Sumber: PT Bakrie Autoparts)

Bilah-bilah tersebut terpasang pada *impeller* yang akan berputar sangat kencang. Putaran ini akan menghasilkan hembusan angin yang sangat kuat dalam memberi tekanan untuk ikut mendorong *steel shot* yang dilontarkan. *Impeller* tersebut berputar dengan adanya motor sebagai penggerak *impeller*. Pada setiap mesin *shot blast*, terdapat motor untuk menggerakkan *impeller*, *screw conveyor* dan *rotary hanger*. Adapun *Flow Process Chart Shot Blast* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.8 *Flow Process Chart Shot Blast*
(Sumber: Pengumpulan Data)

Keterangan :

1. *Ambil Casting*

Casting diambil oleh operator *forklift* dari antrian *pallet shot blast* dan diletakkan pada urutan proses sebelumnya pada area mesin *shot blast*.

2. *Loading Casting*

Casting yang diletakkan pada *pallet raw material* di proses sebelumnya pada area mesin *shot blast* dinaikkan ke hanger oleh operator mesin menggunakan alat bantu *jib crane* dengan menyesuaikan bentuk *casting* dan bentuk hanger

(keranjang/tangkai) serta jumlah muatan hanger dan bobot kemampuan dari mesin tersebut.

3. Proses *Shot Blast*

Casting yang sudah dinaikkan ke hanger masuk ke dalam mesin dengan digerakan oleh *motor hanger*. *Door cabinet* tertutup, kemudian *hanger* berputar dan *impeller* memutar *blade* untuk menembakkan *steel shot* ke *casting* yang berjalan secara *otomatis*. Proses *shot* berlangsung 5 menit. Setelah *shot* selesai, *door cabinet* akan terbuka otomatis dan operator mesin menutup kembali *door cabinet* untuk menjalankan proses *shot* yang kedua kalinya. Proses *shot* dapat berlangsung lebih dari dua kali hingga *casting* bersih. Setelah *casting* telah selesai proses *shot*, *hanger* keluar dari mesin.

4. *Unloading Casting*

Casting diturunkan oleh operator mesin dari hanger dan diletakkan pada *pallet raw material* menggunakan alat bantu *jib crane*. Pada tahapan *unloading* ini, operator melakukan pengecekan secara visual kualitas *casting* setelah di *shot*.

5. Memindahkan *Casting*

Casting yang telah diletakkan di *pallet* akan dipindahkan oleh operator *forklift* untuk proses selanjutnya yaitu *hard inspection*.

4.1.10. Data Produksi Mesin *Shot Blast* 10

Data produksi meliputi target produksi, *output aktual* dan *output rework* serta *output total* dalam satuan *pieces* (pcs). Target produksi mesin *shot blast* 10 yang disajikan oleh perusahaan berupa satuan *hanger/shift*, dimana pada satu *hanger* terdiri dari 12 *pieces*. Untuk target produksi mesin *shot blast* 10 dalam 1 *shift* sejumlah 34 *hanger* atau sama dengan 408 *pcs/shift*. Dalam satu hari berlangsung tiga *shift* kerja untuk hari Senin sampai dengan hari Jumat sedangkan hari Sabtu dan Minggu sifatnya fleksibel tergantung dengan permintaan produksi. Hari Sabtu berlangsung 2 *shift* kerja sedangkan pada hari Minggu berlangsung 3 *shift* kerja. Berikut ini adalah data produksi mesin *shot blast* 10 minggu pertama bulan Maret 2019 s.d. minggu kelima bulan Mei 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Produksi Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Target Produksi (Pcs)	Output Aktual (Pcs)	Output Rework (Pcs)	Output Total (Pcs)
Mar-19	1	6.720	1.639	28	1.667
	2	6.720	1.298	30	1.328
	3	6.120	3.129	16	3.145
	4	6.120	2.172	34	2.206
	5	1.824	654	0	654
Apr-19	1	6.120	1.813	0	1.813
	2	6.120	2.158	0	2.158
	3	4.272	2.902	0	2.902
	4	6.120	2.077	0	2.077
	5	2.448	1.309	0	1.309
Mei-19	1	6.120	3.553	0	3.553
	2	6.720	3.453	0	3.453
	3	6.120	3.341	0	3.341
	4	7.320	3.754	0	3.754
	5	3.672	1.512	0	1.512

(Sumber: PT Bakrie Autoparts)

4.1.11. Data *Working Time* Mesin *Shot Blast* 10

Working time merupakan waktu kerja efektif yang tersedia dalam proses produksi. Berikut adalah data *working time* mesin *shot blast* 10 minggu pertama bulan Maret 2019 s.d. minggu kelima bulan Mei 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data *Working Time* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Hari Kerja	<i>Working Time</i> (Menit)
Mar-19	1	6	5.520
	2	6	7.380
	3	5	6.000
	4	5	5.520
	5	2	1.440
Apr-19	1	5	5.040
	2	5	6.780
	3	4	4.620
	4	5	5.520

(Lanjut....)

Tabel 4.3. Data *Working Time* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Hari Kerja	<i>Working Time</i> (Menit)
Apr-19	5	2	2.460
Mei-19	1	5	5.880
	2	6	7.140
	3	5	5.460
	4	7	7.680
	5	3	1.260

(Sumber: PT Bakrie Autoparts)

4.1.12. Data Waktu *Set Up and Adjustment* Mesin *Shot Blast* 10

Waktu *Set Up and Adjustment* merupakan waktu yang digunakan untuk persiapan proses produksi. Pada waktu *set up and adjustment* berikut, kegiatan yang dilakukan adalah operator melakukan pengisian *steel shot* yang berjatuhan di sekitar mesin dan pengisian *steel shot* baru. Berikut data waktu *set up and adjustment* mesin *shot blast* 10 minggu pertama bulan Maret 2019 s.d. minggu kelima bulan Mei 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Waktu *Set Up and Adjustment* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	<i>Set Up and Adjustment Time</i> (Menit)
Mar-19	1	85
	2	115
	3	75
	4	105
	5	20
Apr-19	1	105
	2	75
	3	55
	4	105
	5	30
Mei-19	1	75
	2	115
	3	75
	4	95
	5	75

(Sumber: PT Bakrie Autoparts)

4.1.13. Data *Down Time* Mesin *Shot Blast* 10

Down time merupakan waktu kerusakan yang terjadi pada mesin ditambah dengan waktu pengaturan dan penyesuaian. Berikut data *down time* mesin *shot blast* 10 minggu pertama bulan Maret 2019 s.d. minggu kelima bulan Mei 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data *Down Time* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Breakdown Time (Menit)	Set Up and Adjustment Time (Menit)	Down-Time (Menit)
Mar-19	1	920	85	1.005
	2	924	115	1.039
	3	949	75	1.024
	4	1.010	105	1.115
	5	250	20	270
Apr-19	1	1.419	105	1.524
	2	3.017	75	3.092
	3	1.697	55	1.752
	4	3.074	105	3.179
	5	828	30	858
Mei-19	1	2.204	75	2.279
	2	2.971	115	3.086
	3	1.944	75	2.019
	4	4.046	95	4.141
	5	680	75	755

(Sumber: PT Bakrie Autoparts)

4.1.14. Data Frekuensi Kerusakan Mesin *Shot Blast* 10

Dalam kelancaran proses produksi, mesin merupakan salah satu masalah yang dapat mengakibatkan terjadinya *down time* sehingga output produksi mesin tidak dapat mencapai target produksi. Berikut ini merupakan data frekuensi kerusakan mesin *shot blast* 10 minggu pertama bulan Maret 2019 s.d. minggu kelima bulan Mei 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Frekuensi Kerusakan Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Frekuensi Kerusakan
Mar-19	1	18
	2	23
	3	23
	4	27
	5	7
Apr-19	1	13
	2	28
	3	13
	4	21
	5	4
Mei-19	1	16
	2	19
	3	12
	4	18
	5	5

(Sumber: PT Bakrie Autoparts)

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Perhitungan *Availability*

Availability merupakan rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin. *Availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *down time* mesin terhadap *loading time* yang di dapat dari *working time* dikurangi dengan *planned down time*. Pada mesin *shot blast* 10 ini tidak terdapat *planned down time* dikarenakan belum adanya jadwal rutin *maintenance*. Dengan demikian formula yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* adalah sebagai berikut, diambil dari contoh perhitungan *availability* pada minggu pertama bulan Maret 2019.

$$Availability = \frac{Operation Time}{Loading Time} \times 100 \%$$

$$Availability = \frac{4.515}{5.520} \times 100 \%$$

$$Availability = 81,79 \%$$

Berikut perhitungan *availability* pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Perhitungan *Availability* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Working Time (menit)	Planned Down Time (menit)	Loading Time (menit)	Down Time (menit)	Operation Time (menit)	Availability (%)
		(a)	(b)	(c) = (a)-(b)	(d)	(e) = (d) - (c)	(f) = (e) / (c)
Mar-19	1	5.520	0	5.520	1.005	4.515	81,79
	2	7.380	0	7.380	1.039	6.341	85,92
	3	6.000	0	6.000	1.024	4.976	82,93
	4	5.520	0	5.520	1.115	4.405	79,80
	5	1.440	0	1.440	270	1.170	81,25
Apr-19	1	5.040	0	5.040	1.524	3.516	69,76
	2	6.780	0	6.780	3.092	3.688	54,40
	3	4.620	0	4.620	1.752	2.868	62,08
	4	5.520	0	5.520	3.179	2.341	42,41
	5	2.460	0	2.460	858	1.602	65,12
Mei-19	1	5.880	0	5.880	2.279	3.601	61,24
	2	7.140	0	7.140	3.086	4.054	56,78
	3	5.460	0	5.460	2.019	3.441	63,02
	4	7.680	0	7.680	4.141	3.539	46,08
	5	3.780	0	3.780	755	3.025	80,03

(Sumber: Pengolahan Data)

4.2.2. Perhitungan *Performance Efficiency*

Nilai *performance efficiency* dapat dipengaruhi oleh tiga hal yaitu banyaknya produksi yang dihasilkan oleh mesin, waktu siklus dan waktu operasi. Menurut *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)* mempunyai angka indeks rekomendasi sebesar 95%. Perhitungan nilai *performance efficiency* mesin *shot blast* 10 pada minggu pertama bulan Maret 2019 adalah sebagai berikut:

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Ouput Aktual} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100 \%$$

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{1.639 \times 0,917}{4.515} \times 100 \%$$

$$\text{Performance Efficiency} = 33,29\%$$

Berikut perhitungan *performance efficiency* pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Perhitungan *Performance Efficiency* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.

Bulan	Minggu ke-	Ouput Aktual (Pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Operation Time (menit)	Performance (%)
		(a)	(b)	(c)	(d) = (a)x((b)/(c))
Mar-19	1	1.639	0,917	4.515	33,29
	2	1.298	0,917	6.341	18,77
	3	3.129	0,917	4.976	57,66
	4	2.172	0,917	4.405	45,22
	5	654	0,917	1.170	51,26
Apr-19	1	1.813	0,917	3.516	47,28
	2	2.158	0,917	3.688	53,66
	3	2.902	0,917	2.868	92,79
	4	2.077	0,917	2.341	81,36
	5	1.309	0,917	1.602	74,93
Mei-19	1	3.553	0,917	3.601	90,48
	2	3.453	0,917	4.054	78,11
	3	3.341	0,917	3.441	89,04
	4	3.754	0,917	3.539	97,27
	5	1.512	0,917	3.025	45,83

(Sumber: Pengolahan Data)

4.2.3. Perhitungan *Rate of Quality*

Perhitungan *rate of quality* dipengaruhi oleh jumlah produk yang diproduksi dan jumlah produk cacat dimana produk cacat merupakan penjumlahan dari produk cacat dengan produk *rework*. Produk cacat pada proses *shot blast* dikarenakan *over shot blast*. Menurut *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)* mempunyai angka indeks rekomendasi sebesar 99% untuk *rate of quality*. Perhitungan nilai *rate of*

quality mesin shot blast 10 pada minggu pertama bulan Maret 2019 adalah sebagai berikut:

$$\text{Rate of Quality} = \frac{\text{Ouput Actual} - \text{Ouput Defect}}{\text{Ouput Actual}} \times 100 \%$$

$$\text{Rate of Quality} = \frac{1.639 - 29}{1.639} \times 100 \%$$

$$\text{Rate of Quality} = 98,23\%$$

Berikut perhitungan *rate of quality* pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Perhitungan *Rate of Quality* Mesin Shot Blast 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Ouput Aktual (Pcs)	Output Reject (Pcs)	Output Rework (Pcs)	Total Ouput Reject (Pcs)	Quality (%)
		(a)	(b)	(c)	(d) = (b)+(c)	(e) = ((a)-(c))/(a)
Mar-19	1	1.639	1	28	29	98,23
	2	1.298	0	30	30	97,69
	3	3.129	1	16	17	99,46
	4	2.172	1	34	35	98,39
	5	654	0	0	0	100,00
Apr-19	1	1.813	0	0	0	100,00
	2	2.158	0	0	0	100,00
	3	2.902	0	0	0	100,00
	4	2.077	0	0	0	100,00
	5	1.309	2	0	2	99,85
Mei-19	1	3.553	0	0	0	100,00
	2	3.453	0	0	0	100,00
	3	3.341	7	0	7	99,79
	4	3.754	13	0	13	99,65
	5	1.512	3	0	3	99,80

(Sumber: Pengolahan Data)

4.2.4. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah perhitungan pada tingkat keefektifan penggunaan mesin selama mesin tersebut dalam kondisi beroperasi. Menurut *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) mempunyai angka indeks rekomendasi sebesar 85% untuk nilai OEE. Perhitungan

nilai OEE mesin *shot blast* 10 pada minggu pertama bulan Maret 2019 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability} \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Rate of Quality} \\ &= 81,79\% \times 33,29\% \times 98,23\% \\ &= 26,75\% \end{aligned}$$

Berikut perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Perhitungan OEE Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Availability	Performance	Quality	OEE
		(%)	(%)	(%)	(%)
		(a)	(b)	(c)	(d) = (a) x (b) x (c)
Mar-19	1	81,79	33,29	98,23	26,75
	2	85,92	18,77	97,69	15,76
	3	82,93	57,66	99,46	47,56
	4	79,80	45,22	98,39	35,50
	5	81,25	51,26	100,00	41,65
Apr-19	1	69,76	47,28	100,00	32,99
	2	54,40	53,66	100,00	29,19
	3	62,08	92,79	100,00	57,60
	4	42,41	81,36	100,00	34,50
	5	65,12	74,93	99,85	48,72
Mei-19	1	61,24	90,48	100,00	55,41
	2	56,78	78,11	100,00	44,35
	3	63,02	89,04	99,79	55,99
	4	46,08	97,27	99,65	44,67
	5	80,03	45,83	99,80	36,61

(Sumber: Pengolahan Data)

4.2.5. Perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF)

Dalam perhitungan nilai MTBF, data-data yang dibutuhkan untuk perhitungan nilai MTBF adalah data waktu operasi mesin/*operation time* dan data frekuensi kerusakan/*breakdown* tiap minggu. Perhitungan nilai MTBF mesin *shot blast* 10 pada minggu pertama bulan Maret 2019 adalah sebagai berikut

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

$$MTBF = \frac{4.515 \text{ menit}}{18}$$

$$MTBF = 250,83 \text{ menit} = 4,15 \text{ jam}$$

Berikut perhitungan nilai MTBF pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Perhitungan Nilai MTBF Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Operation Time	Frekuensi	MTBF	MTBF
		(menit)	Kerusakan	(menit/kerusakan)	(jam/kerusakan)
		(a)	(b)	(c) = (a)/(b)	(d) = (c) /60
Mar-19	1	4.515	18	250,83	4,18
	2	6.341	23	275,70	4,59
	3	4.976	23	216,35	3,61
	4	4.405	27	163,15	2,72
	5	1.170	7	167,14	2,79
Apr-19	1	3.516	13	270,46	4,51
	2	3.688	28	131,71	2,20
	3	2.868	13	220,62	3,68
	4	2.341	21	111,48	1,86
	5	1.602	4	400,50	6,68
Mei-19	1	3.601	16	225,06	3,75
	2	4.054	19	213,37	3,56
	3	3.441	12	286,75	4,78
	4	3.539	18	196,61	3,28
	5	3.025	5	605,00	10,08
Rata-Rata MTBF (Jam/Kerusakan)					4,15

(Sumber: Pengolahan Data)

4.2.6. Perhitungan Mean Time To Repair (MTTR)

Dalam perhitungan nilai MTTR, data-data yang dibutuhkan untuk perhitungan nilai MTTR adalah data waktu kerusakan/*breakdown* mesin dan data frekuensi kerusakan/*breakdown* mesin tiap minggu. Perhitungan nilai MTTR mesin *shot blast* 10 pada minggu pertama bulan Maret 2019 adalah sebagai berikut:

$$MTTR = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

$$MTTR = \frac{920 \text{ menit}}{18}$$

$$MTTR = 51,11 \text{ menit} = 0,85 \text{ jam}$$

Berikut perhitungan nilai MTTR pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Perhitungan Nilai MTTR Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Breakdown Time	Frekuensi	MTTR	MTTR
		(menit)	Kerusakan	(menit/kerusakan)	(jam/kerusakan)
		(a)	(b)	(c) = (a)/(b)	(d) = (c)/60
Mar-19	1	920	18	51,11	0,85
	2	924	23	40,17	0,67
	3	949	23	41,26	0,69
	4	1010	27	37,41	0,62
	5	250	7	35,71	0,60
Apr-19	1	1419	13	109,15	1,82
	2	3017	28	107,75	1,80
	3	1697	13	130,54	2,18
	4	3074	21	146,38	2,44
	5	828	4	207,00	3,45
Mei-19	1	2204	16	137,75	2,30
	2	2971	19	156,37	2,61
	3	1944	12	162,00	2,70
	4	4046	18	224,78	3,75
	5	680	5	136,00	2,27
Rata-Rata MTTR (Jam/Kerusakan)					1,91

(Sumber: Pengolahan Data)

4.2.7. Perhitungan Nilai *Six Big Losses*

1. *Down Time Losses*

Down time losses terdiri dari dua jenis yaitu *breakdown loss* dan *set up and adjustment loss*. *Down time loss* terjadi dikarenakan adanya kerusakan mesin produksi sehingga banyak waktu yang terbuang. Untuk mengetahui nilai *down time loss*, maka dilakukan perhitungan *breakdown loss* dan *set up and adjustment loss*.

a. *Breakdown Loss/Equipment Failure*

Breakdown loss adalah keadaan dimana mesin atau peralatan mengalami kerusakan, sehingga mesin tidak dapat dioperasikan. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan *breakdown loss* yaitu data *loading time* dan *down time* mesin. Dengan demikian, perhitungan nilai *breakdown loss*

mesin *shot blast* 10 minggu pertama bulan Maret 2019 adalah sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Loss (\%)} = \frac{\text{Down Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

$$\text{Breakdown Loss (\%)} = \frac{1.005}{5.520} \times 100 \%$$

$$\text{Breakdown Loss (\%)} = 17\%$$

Berikut perhitungan nilai *breakdown loss* pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Perhitungan Nilai *Breakdown Loss* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Loading Time (menit)	Down Time (menit)	Breakdown Loss (%)
		(a)	(b)	(c) = (b) / (a)
Mar-19	1	5.520	1.005	18,21
	2	7.380	1.039	14,08
	3	6.000	1.024	17,07
	4	5.520	1.115	20,20
	5	1.440	270	18,75
Apr-19	1	5.040	1.524	30,24
	2	6.780	3.092	45,60
	3	4.620	1.752	37,92
	4	5.520	3.179	57,59
	5	2.460	858	34,88
Mei-19	1	5.880	2.279	38,76
	2	7.140	3.086	43,22
	3	5.460	2.019	36,98
	4	7.680	4.141	53,92
	5	3.780	755	19,97

(Sumber: Pengolahan Data)

b. *Set Up and Adjustment Loss*

Set up and adjustment loss merupakan waktu yang dibutuhkan mesin untuk *setup* mesin dari mesin pertama kali berhenti hingga mesin

beroperasi dengan normal. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan nilai *set up and adjustment loss* yaitu waktu *set up* mesin dan *loading time*.

Dengan demikian, perhitungan nilai *set up and adjustment loss* mesin *shot blast* 10 pada minggu pertama bulan Maret 2019 adalah sebagai berikut:

$$\text{Setup and Adjustment Loss (\%)} = \frac{\text{Set up Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

$$\text{Setup and Adjustment Loss (\%)} = \frac{85 \text{ menit}}{5.520 \text{ menit}} \times 100 \%$$

$$\text{Setup and Adjustment Loss (\%)} = 1,54 \%$$

Berikut perhitungan nilai *set up and adjustment loss* pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Perhitungan Nilai *Set Up and Adjustment Loss* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	<i>Set Up and Adjustment Time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment Loss</i> (%)
		(a)	(b)	(c) = (a) / (b)
Mar-19	1	85	5.520	1,54
	2	115	7.380	1,56
	3	75	6.000	1,25
	4	105	5.520	1,90
	5	20	1.440	1,39
Apr-19	1	105	5.040	2,08
	2	75	6.780	1,11
	3	55	4.620	1,19
	4	105	5.520	1,90
	5	30	2.460	1,22
Mei-19	1	75	5.880	1,28
	2	115	7.140	1,61
	3	75	5.460	1,37
	4	95	7.680	1,24
	5	75	3.780	1,98

(Sumber: Pengolahan Data)

2. Speed Losses

Speed losses merupakan kerugian yang diakibatkan karena menurunnya kecepatan mesin produksi, sehingga produksi tidak mencapai target yang diharapkan. *Speed losses* terdiri dari dua jenis yaitu *idle and minor stoppages loss* dan *reduced speed loss*. Untuk mengetahui nilai *speed losses*, maka dilakukan perhitungan nilai pada *idle and minor stoppages loss* dan *reduced speed loss*.

a. Idle and Minor Stoppages Loss

Idle and minor stoppages loss disebabkan karena adanya faktor eksternal yang mempengaruhi mesin sehingga mesin harus berhenti. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan berupa *working time*, *loading time* dan *operation time*. Dengan demikian, perhitungan nilai *idle and minor stoppages loss* mesin *shot blast* 10 pada minggu pertama bulan Maret 2019 adalah sebagai berikut:

$$\text{Idle and Minor Stoppages (\%)} = \frac{\text{Non Productive}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

$$\text{Idle and Minor Stoppages (\%)} = \frac{4.659,277}{5.520} \times 100 \%$$

$$\text{Idle and Minor Stoppages (\%)} = 84,41\%$$

Berikut perhitungan nilai *idle and minor stoppages loss* pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Perhitungan Nilai *Idle and Minor Stoppages Loss* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Target Produksi (Pcs)	Output Aktual (Pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Non Productive Time (menit)	Loading Time (menit)	Idle and Minor Stoppage Loss (%)
		(a)	(b)	(c)	(d) - ((a)-(b)) x (c)	(e)	(f) = (d) / (e)
Mar-19	1	6.720	1.639	0,917	4.659,277	5.520	84,41
	2	6.720	1.298	0,917	4.971,974	7.380	67,37
	3	6.120	3.129	0,917	2.742,747	6.000	45,71
	4	6.120	2.172	0,917	3.620,316	5.520	65,59
	5	1.824	654	0,917	1.072,890	1.440	74,51

(Lanjut....)

Tabel 4.15. Perhitungan Nilai *Idle and Minor Stoppages Loss* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Target Produksi (Pcs)	Output Aktual (Pcs)	Ideal Cycle Time (Minute)	Non Productive Time (Minute)	Loading Time (Minute)	Idle and Minor Stoppages Loss (%)
		(a)	(b)	(c)	(d) = ((a)-(b)) x (c)	(e)	(f) = (d) / (e)
Apr-19	1	6.120	1.813	0,917	3.949,519	5.040	78,36
	2	6.120	2.158	0,917	3.633,154	6.780	53,59
	3	4.272	2.902	0,917	1.256,290	4.620	27,19
	4	6.120	2.077	0,917	3.707,431	5.520	67,16
	5	2.448	1.309	0,917	1.044,463	2.460	42,46
Mei-19	1	6.120	3.553	0,917	2.353,939	5.880	40,03
	2	6.720	3.453	0,917	2.995,839	7.140	41,96
	3	6.120	3.341	0,917	2.548,343	5.460	46,67
	4	7.320	3.754	0,917	3.270,022	7.680	42,58
	5	3.672	1.512	0,917	1.980,720	3.780	52,40

(Sumber: Pengolahan Data)

b. *Reduced Speed Loss*

Reduced speed loss disebabkan karena mesin tidak dapat bekerja secara optimal melainkan kecepatan mesin lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan normal. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan berupa *output aktual*, *ideal cycle time*, *loading time* dan *operation time*. Dengan demikian, perhitungan nilai *reduced speed loss* mesin *shot blast* 10 pada minggu pertama bulan Maret 2019 adalah sebagai berikut:

$$\text{Reduced Speed (\%)} = \frac{\text{Operation Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Output})}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

$$\text{Reduced Speed (\%)} = \frac{4.515 - (0,0917 \times 1.639)}{5.520} \times 100 \%$$

$$\text{Reduced Speed (\%)} = 54,57\%$$

Berikut perhitungan nilai *reduced speed loss* pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Perhitungan Nilai *Reduced Speed Loss* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019.

Bulan	Minggu ke-	Output Aktual (Pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Loading Time (menit)	Operatlon Time (menit)	Reduced Speed Loss (%)
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = ((d)-(b)x(a)) / (c)
Mar-19	1	1.639	0,917	5.520	4.515	54,57
	2	1.298	0,917	7.380	6.341	69,79
	3	3.129	0,917	6.000	4.976	35,11
	4	2.172	0,917	5.520	4.405	43,72
	5	654	0,917	1.440	1.170	39,60
Apr-19	1	1.813	0,917	5.040	3.516	36,78
	2	2.158	0,917	6.780	3.688	25,21
	3	2.902	0,917	4.620	2.868	4,48
	4	2.077	0,917	5.520	2.341	7,91
	5	1.309	0,917	2.460	1.602	16,33
Mei-19	1	3.553	0,917	5.880	3.601	5,83
	2	3.453	0,917	7.140	4.054	12,43
	3	3.341	0,917	5.460	3.441	6,91
	4	3.754	0,917	7.680	3.539	1,26
	5	1.512	0,917	3.780	3.025	43,35

(Sumber: Pengolahan Data)

3. Defect Losses

Defect losses merupakan kondisi dimana mesin tidak menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dan standar kualitas produk yang telah ditentukan. Faktor *defect losses* terdiri dari dua jenis yaitu *rework loss* dan *yield/scrap loss*. Untuk mengetahui nilai *defect losses*, maka dilakukan perhitungan nilai pada *rework loss* dan *yield/scrap loss*.

a. Rework Loss

Rework loss terjadi dikarenakan adanya produk *casting* yang kurang bersih, sehingga harus dilakukan pengulangan proses agar permukaan *casting* menjadi bersih. Data yang dibutuhkan dalam *rework loss* adalah *ideal cycle time*, *output rework* dan, *loading time*. Dengan demikian, perhitungan nilai *rework loss* mesin *shot blast* 10 pada minggu pertama bulan Maret 2019 adalah sebagai berikut:

$$\text{Rework Loss (\%)} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Ouput Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

$$\text{Rework Loss (\%)} = \frac{0,917 \text{ menit} \times 28}{5.520 \text{ menit}} \times 100 \%$$

$$\text{Rework Loss (\%)} = 0,47\%$$

Berikut perhitungan nilai *rework loss* pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17. Perhitungan Nilai *Rework Loss* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

Bulan	Minggu ke-	Ouput Rework (Pcs)	Ideal Cycle Time (Minute)	Loading Time (Minute)	Rework Loss (%)
		(a)	(b)	(c)	(d) = ((a) x (b)) / (c)
Mar-19	1	28	0,917	5.520	0,47
	2	30	0,917	7.380	0,37
	3	16	0,917	6.000	0,24
	4	34	0,917	5.520	0,56
	5	0	0,917	1.440	0
Apr-19	1	0	0,917	5.040	0
	2	0	0,917	6.780	0
	3	0	0,917	4.620	0
	4	0	0,917	5.520	0
	5	0	0,917	2.460	0
Mei-19	1	0	0,917	5.880	0
	2	0	0,917	7.140	0
	3	0	0,917	5.460	0
	4	0	0,917	7.680	0
	5	0	0,917	3.780	0

(Sumber: Pengolahan Data)

b. *Yield/Scrap Loss*

Proses *shot blast* pada mesin *shot blast* 10 tidak menghasilkan *scrap* produk (*casting*), maka *yield/scrap loss* mesin *shot blast* 10 tidak dapat dihitung melainkan bernilai 0 yang berarti persentase *yield/scrap loss* sama dengan 0%.

4.2.8. Hasil Six Big Losses

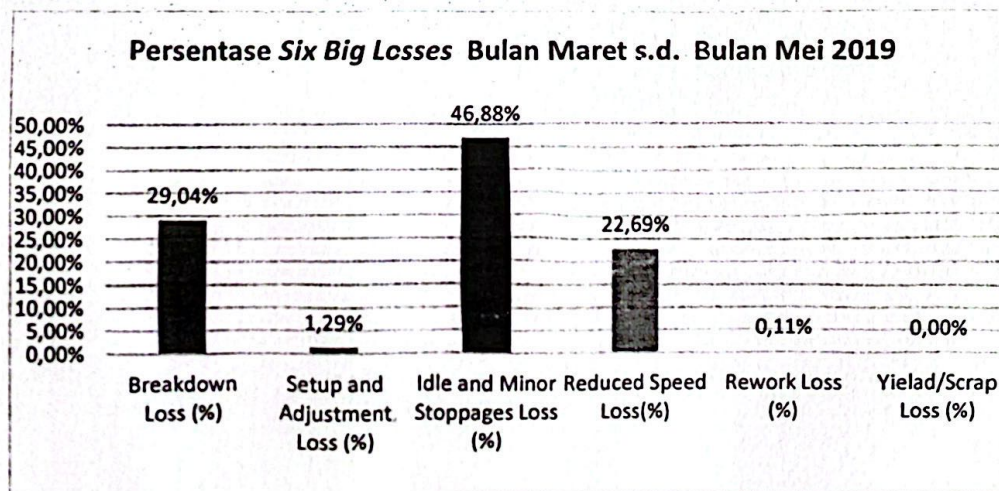
Setelah dilakukannya perhitungan nilai OEE, selanjutnya dilakukan identifikasi terkait hasil perhitungan rata-rata persentase dari nilai *six big losses*. Perhitungan rata-rata persentase masing-masing *losses* tersebut didapat dari total *time loss* pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18. Persentase *Six Big Losses* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

No.	Kategori Losses	Jenis Losses	Total Time Loss (Menit)	Persentase (%)
1.	<i>Down Time Losses</i>	<i>Breakdown Loss</i>	27.138	29,04
2.	<i>Down Time Losses</i>	<i>Setup and Adjustment Loss</i>	1.205	1,29
4.	<i>Speed Losses</i>	<i>Reduced Speed Loss</i>	21.203,412	22,69
5.	<i>Defect Losses</i>	<i>Rework Loss</i>	99,036	0,11
6.	<i>Defect Losses</i>	<i>Yielad/Scrap Loss</i>	0	0,00
Total			93.452,372	100

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari Tabel 4.18 tersebut, dapat ditampilkan juga dalam bentuk diagram batang yang dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Diagram Batang Persentase *Six Big Losses* Bulan Maret 2019 s.d Bulan Mei 2019

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Gambar 4.9, persentase *six big losses* tertinggi dan yang paling mempengaruhi tingkat efektivitas mesin *shot blast* 10 pada bulan Maret 2019 s.d bulan Mei 2019 adalah *idle and minor stoppages loss* dengan persentase sebesar 46,88%. Persentase terbesar selanjutnya diikuti oleh *breakdown loss* dengan nilai 29,04%, *reduced speed loss* sebesar 22,69%, *setup and adjustment loss* sebesar 1,29%, *rework loss* sebesar 0,11% dan *yield/scrap loss* sebesar 0%. Maka dari itu, prioritas rencana perbaikan yang akan dilakukan adalah dengan melakukan tindakan minimasi pada *idle and minor stoppages loss*.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

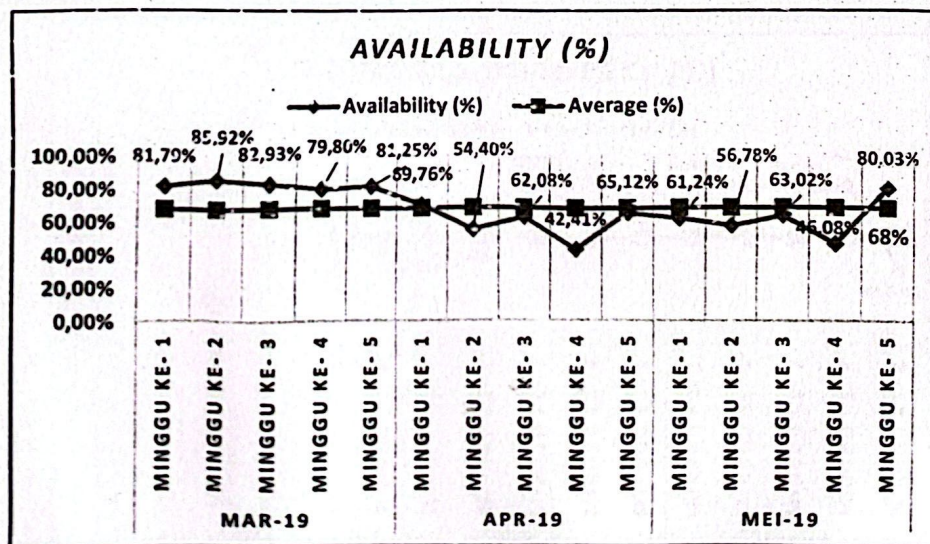
Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan oleh penulis yang dituangkan pada bab-bab sebelumnya, maka pada bab ini dapat dilakukan analisis masalah sebagai upaya perbaikan dalam menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM) serta melakukan perhitungan nilai OEE, MTBF, MTTR dan *six big losses* sesudah dilakukannya perbaikan.

5.1. Total Effectiveness

Dengan dilakukannya pengolahan data terkait perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *shot blast* 10, maka analisisnya dapat diketahui sebagai berikut:

5.1.1. Analisis Availability

Analisis *availability* dilakukan dengan tujuan untuk memonitor berapa lama sebuah mesin yang digunakan untuk produksi. Hasil perhitungan *availability* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Nilai *Availability* Mesin *Shot Blast* 10

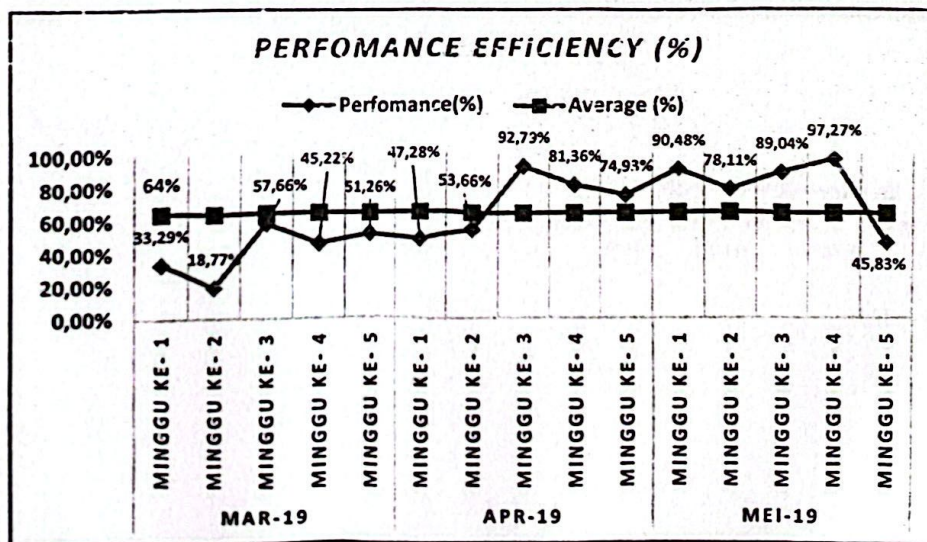
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Gambar 5.1, dapat dilakukan analisis sebagai berikut :

- Nilai *availability* rata-rata mesin *shot blast* 10 dari minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019 yaitu 68%.
- Dari minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, nilai *availability* tertinggi berada pada minggu kedua bulan Maret 2019 sebesar 85,92%, sedangkan nilai *availability* terendah terjadi pada minggu keempat bulan April 2019 sebesar 42,41%.
- Grafik nilai *availability* pada mesin *shot blast* 10 ini cenderung fluktuasi dikarenakan frekuensi kerusakan mesin yang tidak terduga mengakibatkan mesin harus berhenti untuk dilakukannya perbaikan.

5.1.2. Analisis *Performance Efficiency*

Nilai *performance of efficiency* dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu waktu siklus ideal, jumlah produk dan waktu operasi. Tujuan dilakukannya analisis pada *performance of efficiency* berikut adalah untuk mengetahui tingkat efisiensi mesin dalam menghasilkan suatu produk berdasarkan atas waktu operasinya. Hasil perhitungan nilai *performance of efficiency* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Nilai *Performance Efficiency* Mesin *Shot Blast* 10

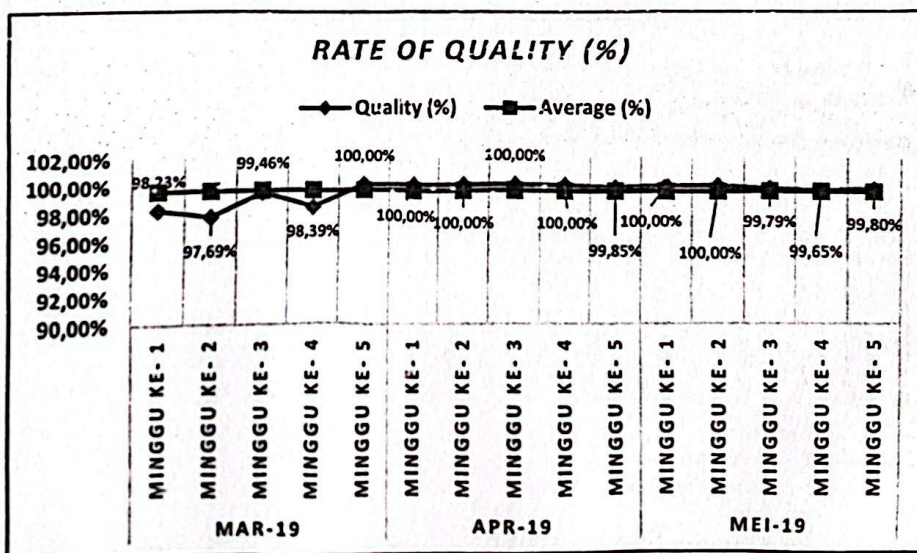
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Gambar 5.2, dapat dilakukan analisis sebagai berikut :

- Nilai *performance of efficiency* rata-rata mesin *shot blast* 10 dari minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019 yaitu 64%.
- Dari minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, nilai *performance of efficiency* tertinggi berada pada minggu keempat bulan Mei 2019 sebesar 97,27%, sedangkan nilai *performance of efficiency* terendah terjadi pada minggu kedua bulan Maret 2019 sebesar 18,77%.
- Grafik nilai *performance of efficiency* pada mesin *shot blast* 10 ini cenderung fluktuasi dikarenakan kemampuan mesin yang rendah dalam menghasilkan produk.

5.1.3. Analisis Rate of Quality

Analisis *rate of quality* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan mesin dalam menghasilkan produk kualitas baik dibandingkan dengan produk yang mengalami cacat. Hasil perhitungan nilai *rate of quality* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Nilai *Rate of Quality* Mesin *Shot Blast* 10

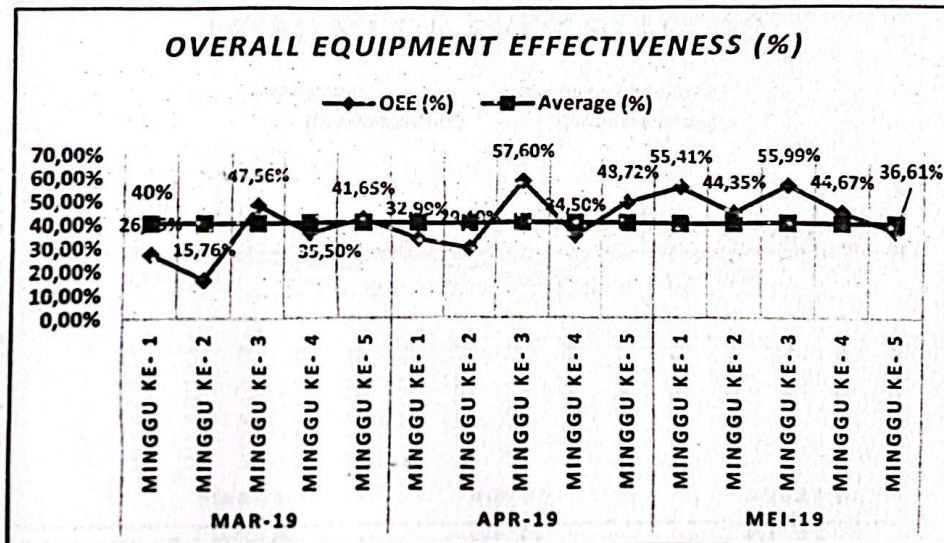
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Gambar 5.3, dapat dilakukan analisis sebagai berikut :

- Nilai *rate of quality* rata-rata mesin *shot blast* 10 dari minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019 yaitu 100%.
- Penurunan terjadi pada minggu kedua bulan April 2019 yaitu 97,69% setelah itu mengalami kenaikan pada minggu ketiga bulan April 2019 menjadi 99,46%.
- Grafik nilai *rate of quality* berikut cenderung mengalami fluktuasi yang relatif stabil dikarenakan kemampuan mesin dalam menghasilkan kualitas produk baik sangat tinggi serta jarang terjadinya produk cacat.

5.1.4. Analisis Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) didapatkan berdasarkan perkalian ketiga faktor yang sudah dilakukan yaitu *availability*, *performance of efficiency* dan *rate of quality*. Analisis nilai OEE dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keefektifan penggunaan mesin dalam beroperasi. Hasil perhitungan nilai OEE yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik Nilai OEE Mesin *Shot Blast* 10

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Gambar 5.4, dapat dilakukan analisis sebagai berikut :

- Nilai OEE rata-rata mesin *shot blast* 10 dari minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019 yaitu 40%.

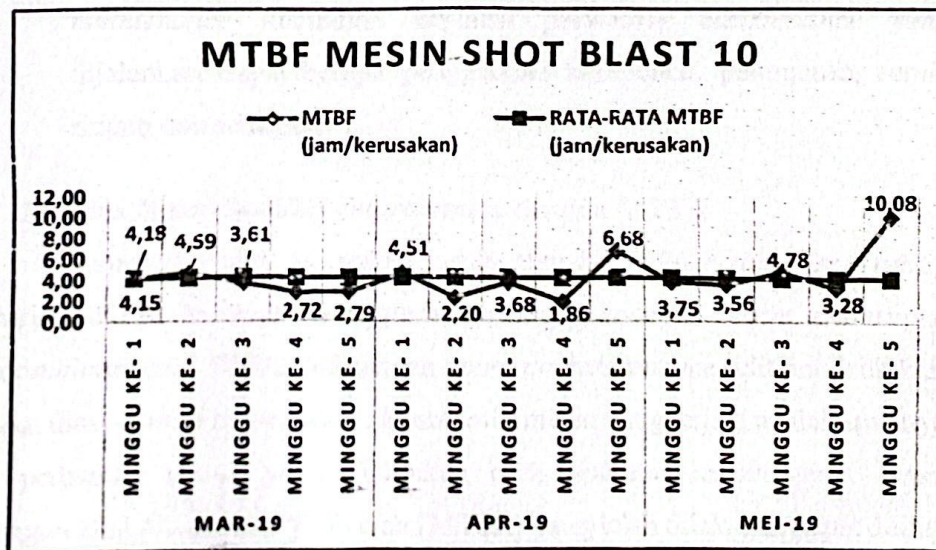
- b. Dari minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019, nilai OEE cenderung fluktuasi dan kurang stabil. Nilai OEE terendah terjadi pada minggu kedua bulan Maret yaitu 15,76% dan nilai OEE tertinggi terjadi pada minggu ketiga bulan April 2019 sebesar 57,60%.
- c. Dengan grafik nilai OEE tersebut menunjukkan bahwa faktor nilai yang paling mempengaruhi nilai OEE rendah yaitu pada faktor *availability* dan *performance of efficiency*.

5.2. Total Maintenance System

Dengan dilakukannya analisis perhitungan *maintainability improvement* dengan *Mean Time Between Failure (MTBF)* dan *Mean Time to Repair (MTTR)* pada mesin *shot blast 10*, maka analisisnya dapat diketahui sebagai berikut:

5.2.1. Analisis Maintainability Improvement dengan MTBF

Hasil perhitungan nilai *Mean Time to Between Failure (MTBF)* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik Nilai MTBF Mesin *Shot Blast 10*

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

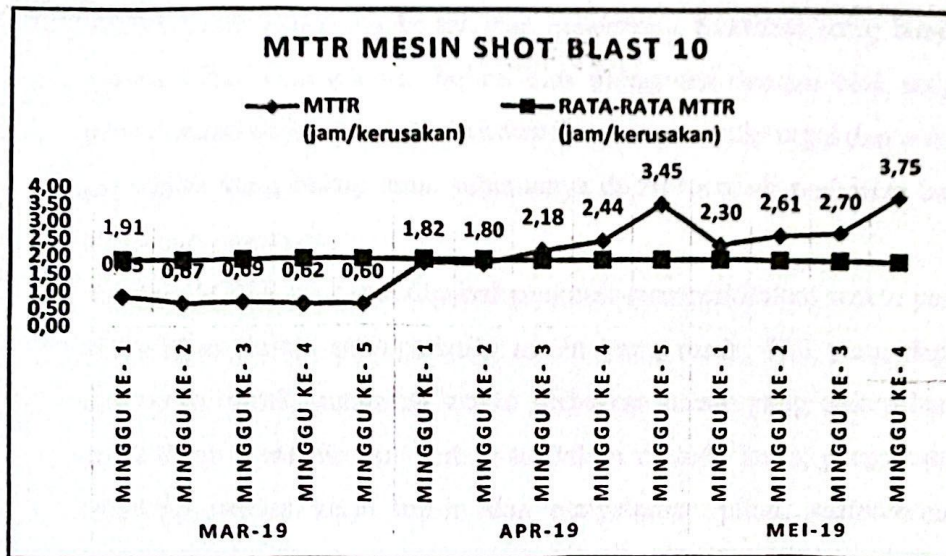
Dari Gambar 5.5, dapat dilakukan analisis sebagai berikut :

- a. Nilai MTBF rata-rata mesin *shot blast 10* dari minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019 adalah 4,15 jam antar kerusakan.

- b. Nilai MTBF terendah terjadi pada minggu keempat bulan April 2019 yaitu 1,86 jam antar kerusakan, setelah itu mengalami kenaikan pada minggu kelima bulan April 2019 mencapai 6,68 jam antar kerusakan. Sedangkan nilai tertinggi terjadi pada minggu kelima bulan Mei 2019 sebesar 10,08 jam antar kerusakan. Nilai terendah menunjukkan bahwa kondisi mesin masih sering mengalami kerusakan, sedangkan nilai tertinggi berarti kondisi mesin tidak sering mengalami kerusakan.
- c. Grafik tersebut menunjukkan fluktuasi yang berarti kerusakan mesin masih sering terjadi. Hal itu dapat dipastikan bahwa pihak *maintenance* belum bisa mengurangi atau mencegah frekuensi kerusakan mesin.
- d. Adanya analisis MTBF ini dapat digunakan untuk memperkirakan kecenderungan mesin akan mengalami kerusakan, sehingga dapat dilakukannya kegiatan *preventive maintenance* guna mencegah terjadinya mesin rusak. Sebelum kegiatan *preventive maintenance* berjalan, diperlukan jadwal atau *schedule* yang ditetapkan oleh pihak *maintenance* kemudian kegiatan *preventive maintenance* yang dijalankan dapat berupa penggantian komponen, pelumasan, servis ringan dan sebagainya.

5.2.2. Analisis *Maintainability Improvement* dengan MTTR

Rata-rata waktu kerusakan mesin atau *breakdown time* yang cukup lama terjadi akibat lamanya waktu perbaikan mesin maupun waktu kedatangan operator *maintenance*. Waktu kedatangan operator *maintenance* sulit untuk diukur, jadi dapat diasumsikan bahwa waktu *breakdown* mesin yang terjadi adalah lamanya waktu perbaikan mesin yang dilakukan oleh operator *maintenance*. Hasil perhitungan nilai *Mean Time To Repair* (MTTR) yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Grafik Nilai MTTR Mesin *Shot Blast 10*

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Gambar 5.6, dapat dilakukan analisis sebagai berikut :

- a. Nilai MTTR rata-rata mesin *shot blast 10* dari minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019 adalah 1,91 jam/kerusakan.
- b. Nilai MTTR terendah terjadi pada minggu kelima bulan Maret 2019 yaitu 0,60 jam setiap kerusakan, setelah itu mengalami kenaikan pada minggu pertama bulan April 2019 mencapai 1,82 jam/kerusakan. Sedangkan nilai tertinggi terjadi pada minggu keempat bulan Mei 2019 dengan waktu 3,75 jam/kerusakan. Nilai terendah menunjukkan bahwa proses perbaikan mesin dapat dilakukan dengan waktu yang cepat, sedangkan nilai tertinggi berarti proses perbaikan mesin membutuhkan waktu yang lama.
- c. Semakin lamanya waktu perbaikan tersebut menunjukkan bahwa mesin mengalami kerusakan yang cukup berat. Hal ini dapat terjadi dikarenakan kurangnya antisipasi perawatan oleh pihak *maintenance* maupun operator mesin tersebut. Tindakan yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan identifikasi jenis kerusakan yang terjadi serta melakukan perubahan kebijakan perawatan preventif.

- d. Secara keseluruhan grafik tersebut cenderung fluktuasi yang berarti bahwa pihak *maintenance* belum bisa mengatasi dengan baik setiap jenis kerusakan yang terjadi, frekuensi kerusakan yang tinggi dan waktu perbaikan yang cukup lama seharusnya dapat menjadi perhatian bagi pihak *maintenance*.
- e. Analisis MTTR ini dapat digunakan untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan dalam memperbaiki mesin yang rusak. Hal yang dapat dilakukan untuk mengatasi waktu perbaikan mesin yang cukup lama yaitu dengan melakukan perbaikan dalam metode kerja, penguasaan terhadap proses kerja mesin dan pengalaman pihak *maintenance* menjadi hal yang sangat penting untuk mempersingkat waktu perbaikan setiap kerusakan mesin.

5.2.3. Analisis Aktivitas Perawatan

Analisis aktivitas perawatan ini sangat erat hubungannya dengan analisis MTTR yang telah dijelaskan sebelumnya dan *maintenance support*. Secara keseluruhan, waktu rata-rata perbaikan setiap kerusakan mesin *shot blast* 10 berdasarkan perhitungan nilai MTTR yaitu sebesar 1,91 jam setiap terjadinya kerusakan. Tinggi atau rendahnya waktu tersebut tergantung dengan aktivitas perbaikan yang dilakukan pada saat terjadi kerusakan/*breakdown* mesin. Untuk memudahkan proses analisis aktivitas perawatan, berikut ini merupakan pembagian elemen waktu dari aktivitas kerja perbaikan yang dilakukan, antara lain :

- a. Waktu pemberitahuan dan kedatangan.
- b. Waktu diagnostik.
- c. Waktu penyediaan *part*/komponen.
- d. Waktu pembongkaran dan perbaikan/*repair*.
- e. Waktu penyetelan dan percobaan.

Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi total waktu perbaikan mesin/MTTR yang dilakukan. Dengan dilakukannya pembagian waktu perawatan perbaikan mesin rusak menjadi lima bagian tersebut, maka dapat memudahkan dalam efisiensi waktu yang digunakan. Berikut analisis lima elemen

waktu dari aktivitas kerja perbaikan yang dilakukan dengan menyesuaikan pada kondisi aktual.

a. Waktu pemberitahuan dan kedatangan.

Waktu pemberitahuan dan kedatangan yang dilakukan pada kondisi saat ini yaitu operator produksi menyampaikan masalah pada *foreman finishing*, kemudian masalah kerusakan mesin disampaikan pada bagian *maintenance* melalui telepon atau memanggil langsung operator *maintenance*. Selain itu, operator produksi biasanya juga dapat langsung menghubungi bagian *maintenance* tanpa melalui *foreman finishing*. Bagian *maintenance* yang bertanggung jawab menangani mesin *shot blast* 10, ruangnya terletak di *foundry plant* 1, sedangkan mesin *shot blast* 10 terletak di *foundry plant* 2, maka dari itu perlu bagian *maintenance* yang tersedia di masing-masing *foundry plant* untukantisipasi terjadinya kerusakan mesin.

b. Waktu diagnostik.

Dalam melakukan pencarian penyebab kerusakan mesin, operator *maintenance* langsung melihat kondisi mesin dengan cara memeriksa akibat atau gejala yang menimbulkan mesin rusak atas laporan dari *foreman finishing* atau operator produksi. Perusahaan juga memfasilitasi bagian *maintenance* dengan menyediakan peralatan yang dibutuhkan dengan disesuaikan pada kondisi yang ada di lapangan.

c. Waktu penyediaan *part*/komponen.

Waktu penyediaan *part*/komponen mesin didasarkan pada umur dan pemakaian mesin. Pihak yang bertanggung jawab dalam penyediaan komponen tersebut adalah bagian gudang dan bagian *procurement*. Bagian *maintenance* segera melakukan pengecekan komponen yang tersedia untuk dilakukannya penggantian dengan bertanya pada bagian gudang. Kemudian apabila komponen mesin tersedia/tidak tersedia, bagian *maintenance* langsung mengambil komponen atau memerintahkan untuk melakukan pemesanan komponen pada bagian gudang yang selanjutnya disampaikan kepada bagian *procurement* untuk dilakukannya pembelian komponen mesin yang dibutuhkan.

d. Waktu pembongkaran dan perbaikan/*repair*.

Waktu pembongkaran dan perbaikan mesin didasarkan pada kemampuan/*skill* dari operator *maintenance*. Semakin berpengalamannya operator *maintenance* dalam melakukan perbaikan, waktu pembongkaran yang dibutuhkan bisa semakin cepat dan kualitas kerjanya pun semakin baik.

e. Waktu penyetelan dan percobaan.

Dalam melakukan penyetelan dan percobaan mesin setelah dilakukan tindakan perbaikan oleh operator *maintenance*. Kondisi mesin tersebut diperiksa kembali apakah kerusakan yang terjadi telah dapat diperbaiki dengan baik atau tidak. Apabila kondisi mesin sudah cukup baik, maka mesin dapat kembali dioperasikan untuk proses produksi. Jika kondisi mesin belum cukup baik, maka akan dilakukan perbaikan ulang. Ketepatan dalam melakukan perbaikan sangat diperlukan sehingga perbaikan dapat lebih optimal dan waktu dalam melakukan perbaikan pun juga dapat lebih efektif tanpa harus dilakukan perbaikan ulang.

5.3. Analisis *Six Big Losses*

Analisis *six big losses* ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi rendahnya efektivitas penggunaan mesin *shot blast* 10 berdasarkan perbitungan nilai OEE. Hubungan antara OEE dengan *losses* memiliki hubungan yang berbanding terbalik. Apabila nilai OEE rendah, maka akan menghasilkan nilai *six big losses* yang tinggi, begitu pula sebaliknya. Mengacu pada enam jenis kerugian tersebut, berikut ini adalah identifikasi kegiatan-kegiatan pada proses mesin *shot blast* 10.

1. *Down Time Losses*

a. *Breakdown Loss*

Kerugian ini disebabkan gangguan atau kerusakan mesin secara tiba-tiba atau tidak terduga, seperti kerusakan pada komponen mesin.

b. *Set Up and Adjustment Loss*

Kerugian ini disebabkan waktu operator memasukkan material mesin berupa *steel shot* sebelum digunakan, baik *steel shot* bekas yang berjatuhan

di area mesin maupun *steel shot* baru.

2. *Speed Losses*

a. *Idle and Minor Stoppages Loss*

Kerugian ini disebabkan karena mesin berhenti/dihentikan sementara untuk dilakukannya perbaikan ringan akibat kerusakan yang terjadi secara tidak terduga

b. *Reduced Speed Loss*

Kerugian ini disebabkan dengan adanya perbedaan antara *ideal cycle time* yang direncanakan dengan *actual cycle time* kerja operator.

3. *Defect Losses*

a. *Rework Loss*

Kerugian ini disebabkan adanya produk (*casting*) yang belum bersih sehingga memerlukan pengerjaan ulang proses *shot blast*.

b. *Yield/Scrap Loss*

Tidak terjadi kerugian dikarenakan mesin *shot blast* 10 tidak menghasilkan *scrap* pada produk (*casting*).

Berikut ini adalah urutan persentase *six big losses* yang terjadi pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d. minggu kelima bulan Mei 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Urutan Persentase *Six Big Losses* Mesin *Shot Blast* 10 bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

No.	Kategori Losses	Jenis Losses	Total Time Loss (Menit)	Persentase (%)	Kumulatif Persentase (%)
1.	<i>Speed Losses</i>	<i>Idle and Minor Stoppages Loss</i>	43.806,924	46,88	46,88
2.	<i>Down Time Losses)</i>	<i>Breakdown Loss</i>	27.138,000	29,04	75,92
3.	<i>Speed Losses</i>	<i>Reduced Speed Loss</i>	21.203,412	22,69	98,60

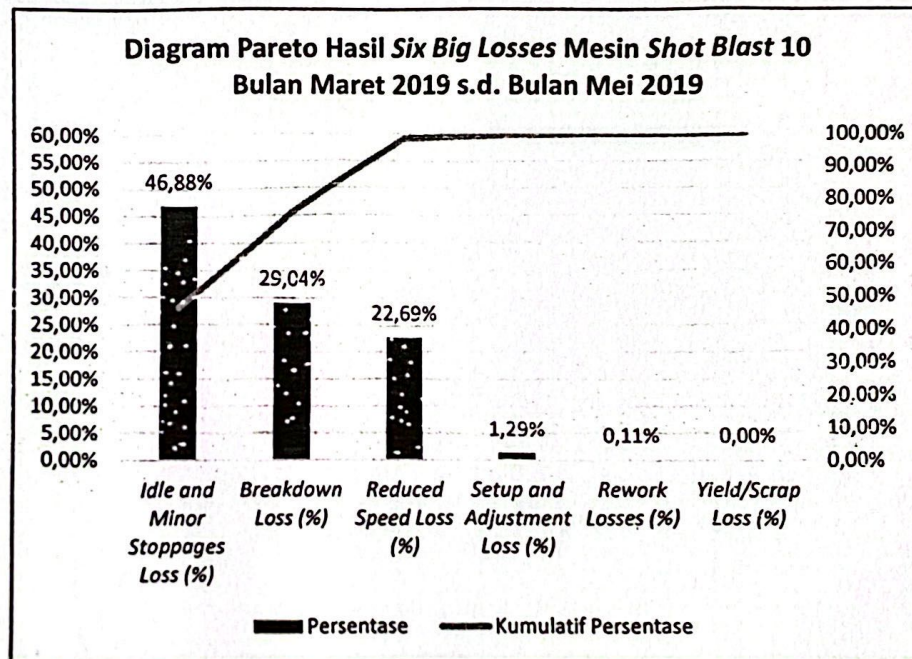
(Lanjut....)

Tabel 5.1. Urutan Persentase *Six Big Losses* Mesin *Shot Blast* 10 bulan Maret 2019 s.d. Bulan Mei 2019

No.	Kategori Losses	Jenis Losses	Total Time Loss (Menit)	Persentase (%)	Kumulatif Persentase (%)
4.	<i>Down Time Losses</i>	<i>Setup and Adjustment Loss</i>	1205,000	1,29	99,89
5.	<i>Defect Losses</i>	<i>Rework Loss</i>	99,036	0,11	100,00
6.	<i>Defect Losses</i>	<i>Yield/Scrap Losses</i>	0,000	0,00	100,00
Total			93.452,372	100,00	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari hasil Tabel 5.1 diatas, dapat dilihat juga dalam bentuk diagram pareto seperti Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Diagram Pareto Hasil *Six Big Losses* Mesin *Shot Blast* 10

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

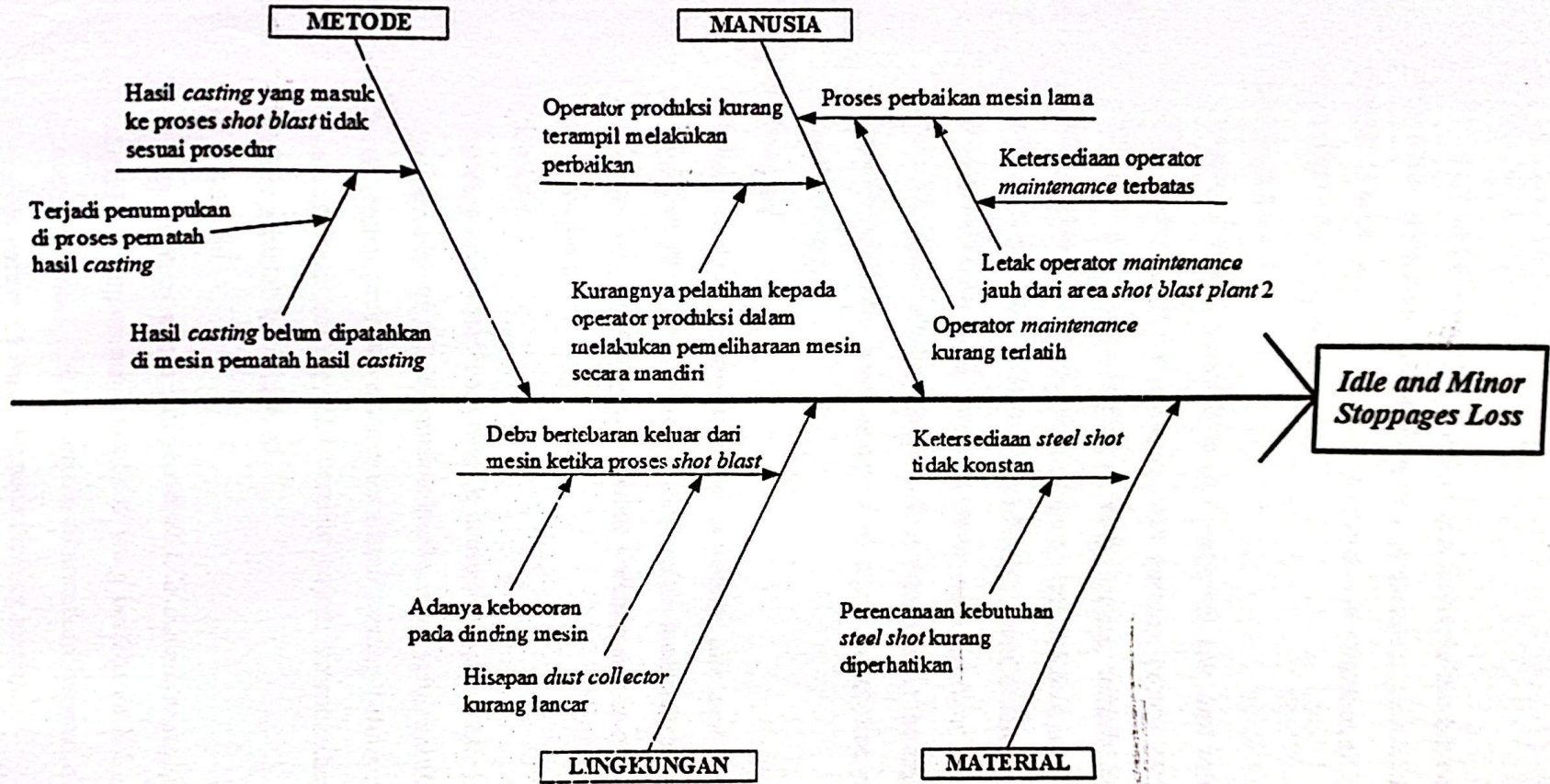
Berdasarkan Gambar 5.7 tersebut, dapat dilihat bahwa 2 jenis *losses* yang paling mempengaruhi rendahnya efektivitas mesin *shot blast* 10 yaitu *idle and minor stoppages loss* sebesar 46,88% dan *breakdown loss* sebesar 29,04%.

Sedangkan *losss* terendah yaitu *yield/scrap loss* yang memiliki nilai 0%, yang berarti tidak adanya *scrap* produk yang dihasilkan dari proses *shot blast*.

Setelah didapat persentase *losses* yang paling berpengaruh pada mesin *shot blast* 10, selanjutnya dilakukan identifikasi masalah dengan diagram sebab akibat untuk mencari akar penyebab masalah yang terjadi pada mesin *shot blast* 10.

5.4. Analisis Diagram Sebab Akibat Mesin *Shot Blast* 10

Diagram sebab akibat berguna untuk menganalisis dan menentukan faktor-faktor yang berpengaruh berdasarkan diagram pareto hasil *six big losses*. Dari diagram pareto tersebut, faktor yang memiliki persentase paling besar adalah *idle and minor stoppages* dengan nilai 46,88%. Oleh karena itu, faktor inilah yang selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan diagram sebab akibat yang dapat dilihat pada Gambar. 5.8.



Gambar 5.8 Diagram Sebab Akibat Idle and Minor Stoppages Loss

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari Gambar 5.8 diatas, dapat dilihat faktor-faktor penyebab dari *idle and minor stoppages* berdasarkan *man* (manusia) , *machine* (mesin), *material* (bahan baku), *method* (metode), *environment* (lingkungan) yang lebih lanjut dijelaskan sebagai berikut:

1. Manusia

Faktor manusia termasuk dalam penyebab *idle and minor stoppages loss*. Penyebab dari faktor manusia dikarenakan proses perbaikan mesin lama dimana operator *maintenance* yang kurang terlatih serta letak operator *maintenance* jauh dari area *shot blast plant* 2. Selain itu ketersediaan operator *maintenance* yang terbatas menjadi akar masalah lamanya proses perbaikan mesin. Masalah yang terjadi lainnya yaitu operator produksi yang kurang terampil untuk melakukan perbaikan dikarenakan kurangnya pelatihan yang diberikan kepada operator produksi untuk melakukan pemeliharaan mesin secara mandiri.

2. Material

Faktor material termasuk dalam penyebab *idle and minor stoppages loss*. Penyebab dari faktor *material* dikarenakan ketersediaan *steel shot* yang tidak konstan. Hal tersebut terjadi karena perencanaan kebutuhan *steel shot* kurang diperhatikan.

3. Metode

Permasalahan pada faktor metode menjadi penyebab *idle and minor stoppages loss*. Masalah terjadi dikarenakan hasil *casting* yang masuk ke proses *shot blast* tidak sesuai prosedur dikarenakan hasil *casting* belum dipatahkan di mesin pematah hasil *casting*. Hal tersebut terjadi karena adanya penumpukan di proses pematah hasil *casting*.

4. Lingkungan

Faktor lingkungan menjadi penyebab *idle and minor stoppages loss*. Penyebab dari faktor lingkungan yaitu debu yang bertebaran keluar dari mesin ketika proses *shot blast*. Hal ini terjadi dikarenakan hisapan *dust collector* kurang lancar dan adanya kebocoran pada dinding mesin.

5.5. Analisis 5W+1H *Six Big Losses*

Analisis dengan menggunakan metode 5W+1H dimaksudkan untuk memunculkan ide dari penyelesaian masalah yang sudah dipetakan pada gambar diagram sebab akibat sebelumnya. Faktor-faktor yang terdapat pada diagram 5W+1H adalah manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan. Berikut analisis metode 5W+1H *idle and minor stoppages loss* yang dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Metode 5W+1H dalam Penyelesaian Masalah *Idle and Minor Stoppages Loss* Mesin *Shot Blast* 10

Masalah	Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>How</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>
<i>Idle and Minor Stoppages Loss</i>	<i>Man</i>	Operator <i>maintenance</i> kurang terlatih	Kurangnya pelatihan yang diberikan dalam perbaikan mesin	Mesin <i>shot blast</i> 10	- Mengadakan pelatihan khusus agar operator <i>maintenance</i> lebih terampil dalam melakukan perbaikan mesin	Ketika proses produksi	<i>Human Resources</i>
		Ketersediaan operator <i>maintenance</i> terbatas	Hanya tersedia 2 operator <i>maintenance per shift</i> dan bertanggung jawab atas kerusakan 7 mesin <i>shot blast</i>	Mesin <i>shot blast</i> 10	- Menambah jam lembur untuk operator <i>maintenance</i> apabila terjadi kerusakan mesin <i>shot blast</i> secara bersamaan - Menambah tenaga kerja operator <i>maintenance</i> bila memungkinkan	Ketika proses produksi	<i>Maintenance dan Human Resources</i>
		Kurangnya pelatihan kepada operator produksi dalam melakukan pemeliharaan mesin secara mandiri	Belum melibatkan operator produksi dalam melakukan pemeliharaan mesin secara mandiri	Mesin <i>shot blast</i> 10	- Melibatkan operator produksi dalam melakukan pemeliharaan mesin secara mandiri - Mengadakan pelatihan pemeliharaan mesin untuk operator produksi	Ketika proses produksi	<i>Human Resources</i>

Masalah	Faktor	What	Why	Where	How	When	Who
Idle and Minor Stoppages Loss	Method	Terjadi penumpukan di proses pematahan hasil <i>casting</i>	Kapasitas mesin pematahan <i>casting</i> terbatas	Mesin <i>shot blast</i> 10	- Membuat target produksi mesin pematahan hasil <i>casting</i> agar hasil <i>casting</i> yang akan di proses <i>shot blast</i> sudah dipatahkan	Ketika proses produksi	Production
	Material	Perencanaan kebutuhan <i>steel shot</i> kurang diperhatikan	Tidak adanya jadwal pengisian <i>steel shot</i> tetap pada mesin <i>shot blast</i>	Mesin <i>shot blast</i> 10	- Merencanakan pengisian <i>steel shot</i> dengan memperkirakan <i>ampere</i> pada mesin sebagai acuan ketersediaan <i>steel shot</i>	Ketika proses produksi	Engineering
	Environment	Hisapan <i>dust collector</i> kurang lancar	Diindikasikan filter <i>dust collector</i> kotor	Mesin <i>shot blast</i> 10	- Mengganti <i>filter dust collector</i> - Modifikasi <i>dust collector</i> dengan memindahkan saluran ke ruang proses <i>shot blast</i> yang sebelumnya hisapan melalui perantara <i>bucket elevator</i>	Ketika proses produksi	Maintenance
		Adanya kebocoran pada dinding mesin	Plat pada dinding mesin tipis	Mesin <i>shot blast</i> 10	- Menutup/menambal lubang yang terindikasi bocor	Ketika proses produksi	Maintenance

(Sumber: Pengolahan Data)

5.6. Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM)

Setelah dilakukan identifikasi masalah dan ditemukan ide dari penyelesaian masalah akibat terjadinya kerugian *idle and minor stoppages* tersebut. Selanjutnya akan dilakukan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) pada mesin *shot blast* 10. TPM merupakan metode dalam pemeliharaan yang melibatkan seluruh sumber daya manusia dengan tujuan dapat meningkatkan produktivitas, meningkatkan kualitas produksi, mengurangi pemborosan/*waste*, mengurangi biaya produksi maupun meningkatkan efektivitas penggunaan mesin dalam proses produksi itu sendiri.

TPM erat kaitannya dengan Nilai OEE. Pengukuran Nilai OEE dapat dijadikan sebagai parameter dalam menentukan keberhasilan implementasi TPM. Nilai OEE ini juga penting untuk mengukur tingkat efektivitas keseluruhan dari kegiatan produksi. Pehitungan nilai OEE pada mesin *shot blast* 10 yang telah dilakukan, didapatkan nilai OEE rata-rata sebesar 40%. Selain itu, fluktuasi masih sering terjadi sehingga nilai OEE cenderung mengalami penurunan. Kerugian dari nilai OEE yang rendah tersebut dapat terlihat dari analisis *six big losses*. Persentase *six big losses* tertinggi yaitu persentase nilai *idle and minor stoppages* loss. Kondisi ini tentu harus menjadi perhatian perusahaan dalam meningkatkan nilai OEE agar tidak sering terjadi fluktuasi sehingga nilai OEE dapat diatas nilai rata-rata.

Peningkatan nilai OEF dilakukan dengan menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM), sehingga faktor *six big losses* mesin *shot blast* 10 akan berkurang. Dalam hal ini, departemen *maintenance* dan produksi perlu membangun hubungan kerjasama yang baik dalam menciptakan proses produksi khususnya pada mesin *shot blast* 10 yang lebih produktif. Berikut ini beberapa kegiatan yang dapat dilakukan untuk menerapkan TPM mesin *shot blast* 10 yang mengacu pada beberapa pilar yang dimiliki oleh TPM, yaitu:

1. Faktor manusia, kemampuan dan keterampilan operator *maintenance* sangat diperlukan untuk ketepatan waktu dalam melakukan perbaikan mesin. Selain itu, operator produksi juga perlu terlibat dalam pemeliharaan mesin secara mandiri agar dapat mencegah terjadinya kerusakan mesin yang tak terduga.

Kegiatan penerapan TPM faktor manusia yang dapat dilakukan pada mesin *shot blast* 10 adalah sebagai berikut :

- a. Melibatkan operator produksi untuk melakukan pemeliharaan mesin secara mandiri (*autonomous maintenance*) sehingga dapat melakukan perbaikan ringan/kecil pada mesin
 - b. Mengadakan pelatihan kepada operator untuk meningkatkan keterampilan dalam melakukan perbaikan mesin maupun pemeliharaan mesin secara mandiri
 - c. Meningkatkan performansi kepada operator produksi dalam melakukan pembersihan mesin maupun area mesin setelah mesin digunakan
 - d. Membiasakan penerapan 5R dalam melakukan pekerjaan
 - e. Memberikan evaluasi, bimbingan dan arahan kepada pekerja yang melakukan kesalahan
2. Faktor mesin dalam menjalankan proses *shot blast* memberikan pengaruh yang besar dalam mencapai target produksi. Kinerja mesin yang menurun akibat sering terjadi kerusakan pada komponen/*part* dapat mengganggu kelancaran pada proses produksi. Kegiatan penerapan TPM faktor mesin yang dapat dilakukan pada mesin *shot blast* 10 adalah sebagai berikut :
- a. Melakukan perbaikan atau rekondisi secara menyeluruh pada mesin. Diutamakan pada komponen/*part* mesin yang sering bermasalah
 - b. Meningkatkan pelaksanaan *autonomous maintenance* oleh operator produksi dalam rangka memelihara dan menjaga mesin yang dioperasikan
 - c. Merencanakan *down time* mesin dan membuat jadwal rutin untuk kegiatan *preventive maintenance*
 - d. Meningkatkan kemampuan operator produksi dan operator *maintenance* dalam menerapkan 5S dalam bekerja
3. Faktor material, *steel shot* yang merupakan bagian utama dari mesin yang berfungsi untuk membersihkan permukaan *casting* dari pasir, perlu dipastikan jumlah ketersediaan *steel shot* dan jadwal pengisiannya. *casting* yang belum dipatahkan. Kegiatan penerapan TPM faktor material yang dapat dilakukan pada mesin *shot blast* 10 adalah sebagai berikut :

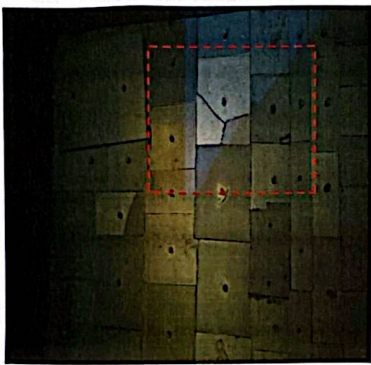
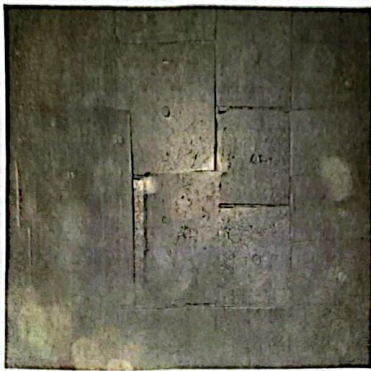
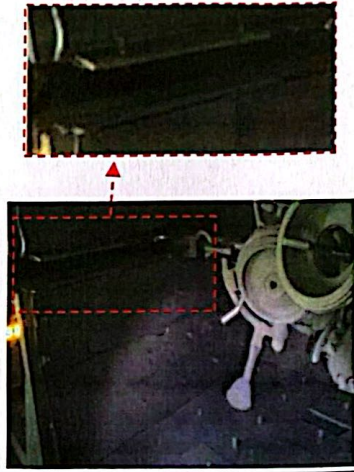

- a. Memastikan ketersediaan *steel shot* pada mesin dengan membiasakan menulis *ampere steel shot* di lembar laporan harian mesin *shot blast* yang dilakukan oleh operator produksi.
 - b. Merencanakan pengisian *steel shot* pada mesin secara rutin. Bila perlu, memiliki jadwal khusus untuk dilakukannya pengisian *steel shot* dalam tiap minggu agar mesin dapat lebih efektif dalam penggunaannya.
4. Faktor metode kerja memiliki pengaruh besar dalam memaksimalkan penggunaan mesin. *Casting* yang belum dipatahkan ketika memasuki proses *shot blast* dapat memicu lamanya proses *loading casting* ke mesin. Kegiatan penerapan TPM faktor metode kerja yang dapat dilakukan pada mesin *shot blast* 10 adalah sebagai berikut :
- a. Membiasakan *casting* yang akan masuk dalam proses *shot blast* melewati proses pematahan terlebih dahulu.
5. Faktor lingkungan, adanya area kerja yang berdebu ketika proses *shot blast*. Lingkungan yang berdebu berakibat pada operator dengan tidak menunggu di area mesin ketika proses sedang berjalan. Kegiatan penerapan TPM faktor metode kerja yang dapat dilakukan pada mesin *shot blast* 10 adalah sebagai berikut :
- a. Mengidentifikasi sumber kebocoran pada mesin yang menyebabkan debu keluar dari mesin
 - b. Meningkatkan penerapan 5S dalam kegiatan TPM terutama dalam menjaga kebersihan area mesin
 - c. Melakukan perbaikan dengan mengganti filter *dust collector* atau memodifikasi *dust collector* agar hisapan debu langsung di ruang proses *shot blast*.

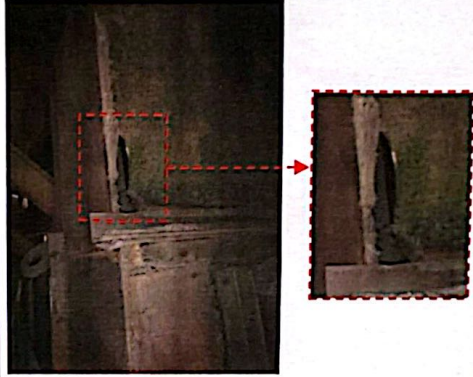
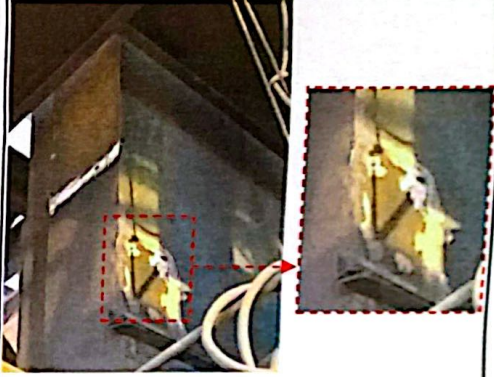
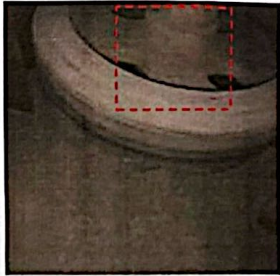

Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) pada mesin *shot blast* 10 dilakukan dengan menyesuaikan kondisi yang ada saat ini. Implementasi kegiatan TPM berupa merekondisi mesin *shot blast* 10 dengan melakukan penggantian pada komponen/*part* yang sering mengalami kerusakan, melibatkan operator produksi untuk melakukan pemeliharaan mesin secara mandiri (*autonomous maintenance*) pada tingkat pembersihan, membuat jadwal rutin untuk dilakukannya *down time*

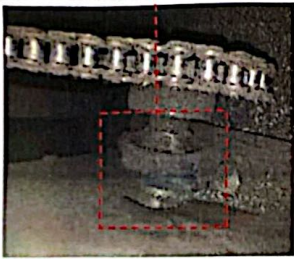
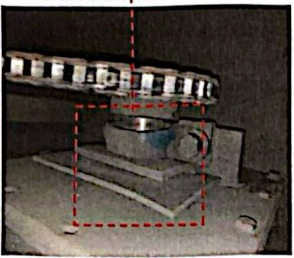

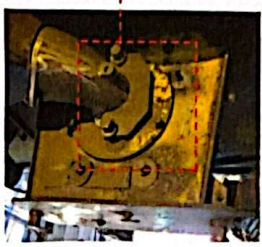
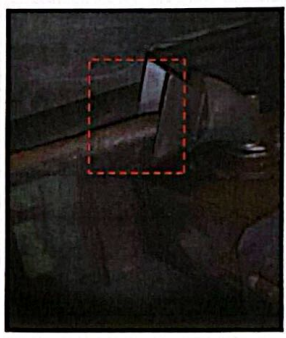
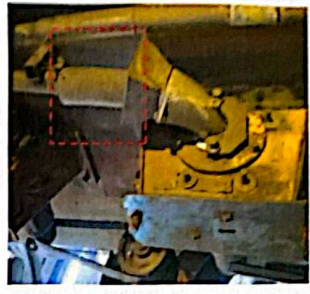
mesin dalam rangka melakukan kegiatan *preventive maintenance*, dan memaksimalkan pencatatan laporan harian pada tiap *shift* yang dilakukan oleh operator produksi.

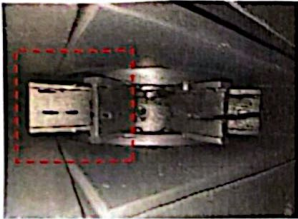
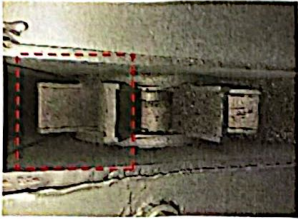
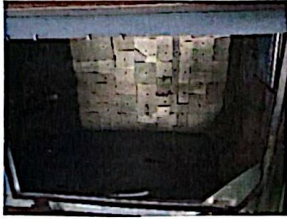


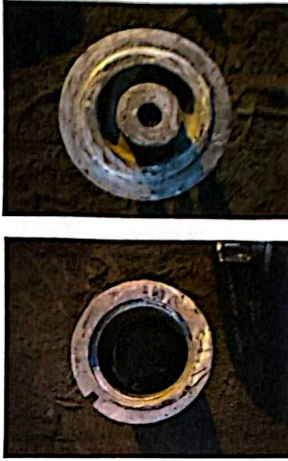
Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) diawali dengan perbaikan atau merekondisi mesin *shot blast* 10 untuk melakukan penggantian pada beberapa komponen/*part* mesin dapat dilihat pada Tabel 5.3.

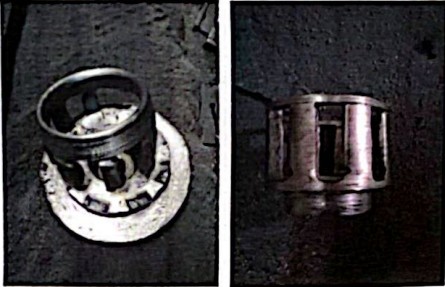



Tabel 5.3. Kegiatan Rekondisi Mesin Shot Blast 10

No	Problem	Countermeasure	Result	
			Before	After
1	Dinding dalam banyak yang pecah dan berlubang	Penggantian dinding dalam dengan pelat mangan		
2	Karet atas hanger mengakibatkan shot keluar melalui celah tersebut	Penggantian karet		

No	Problem	Countermeasure	Result	
			Before	After
3	Dinding <i>bucket elevator</i> banyak yang bocor/berlubang mengakibatkan <i>steel shot</i> terbang	Penggantian dinding <i>bucket (assy)</i>		
4	Roda karet pemutar <i>rotary hanger</i> aus	Penggantian roda karet pemutar <i>rotary hanger</i>		

No	Problem	Countermeasure	Result	
			Before	After
5	Sirip pembalik pada screw aus sehingga debu dan steel shoot keluar ke bearing screw	Penggajian screw dan pemasangan karet tutup lubang shaft screw		
6	Kebocoran area box impeller	Identifikasi menutup lubang yang bocor		
7	Semua jalur pipa tidak ada silinder katup	Sementara silider katup digantikan dengan karet sebagai penutup		


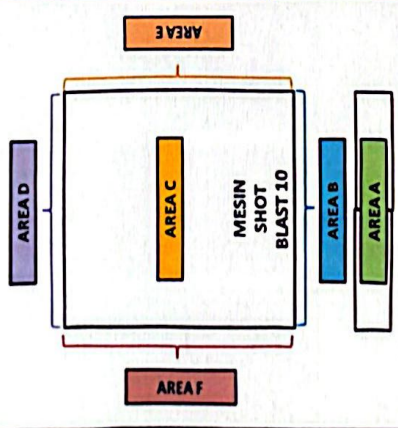
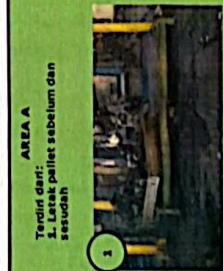
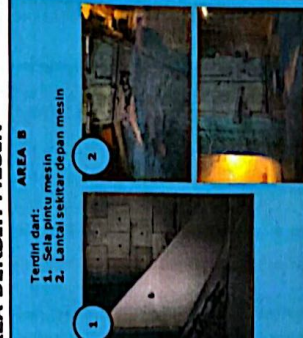
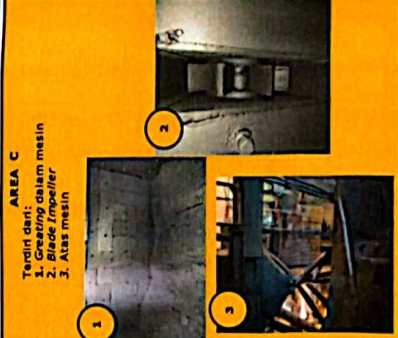
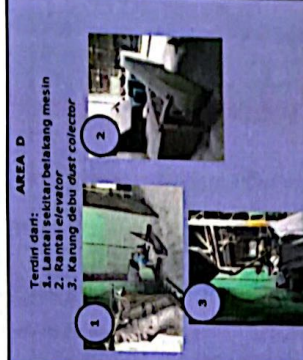
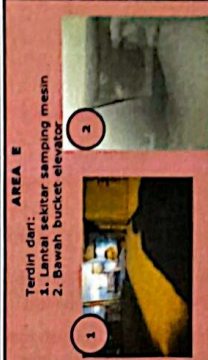

No	Problem	Countermeasure	Result	
			Before	After
8	Blade impeller pada masing-masing impeller aus	Penggantian blade impeller keseluruhan		
9	Diindikasikan kebocoran pintu mesin yang mengakibatkan debu keluar	Pemasangan karet pada pintu mesin bagian dalam		
10	Distributor pada masing-masing impeller aus	Penggantian distributor masing-masing impeller		

No	Problem	Countermeasure	Result	
			Before	After
11	Control cage pada masing-masing impeller aus	Penggantian control cage pada masing-masing impeller		
12	Liner pada masing-masing impeller aus	Penggantian liner pada masing-masing impeller		

(Sumber: PT Bakrie Autoparts)

Setelah kegiatan rekondisi mesin *shot blast* 10 selesai dilakukan. Beberapa implementasi TPM yang dilakukan lainnya yaitu pembuatan jadwal *preventive maintenance* beserta keterangan area bersih mesin, pembuatan *checksheet* harian mesin yang melibatkan pemeliharaan mandiri oleh operator produksi, dan memaksimalkan pencatatan laporan harian pada tiap *shift* oleh operator produksi, dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4. Implementasi TPM Mesin Shot Blast 10

No	Implementasi TPM	Hasil																																																												
		SCHEDULE TPM MESIN MESIN SHOT BLAST 10 TAHUN 2019																																																												
1.	<p>Membuat <i>schedule</i> mesin <i>shot blast</i> 10 dengan tujuan untuk dilakukannya kegiatan <i>preventive maintenance</i>.</p> <p>Keterangan</p> <p>Sudah berjalan untuk dilakukannya kegiatan <i>preventive maintenance</i> dan area bersih mesin yang harus dijaga oleh operator produksi/shift.</p>																																																													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="12">Tahun 2019</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Plan/ Act</th> <th colspan="3">Jan-19</th> <th colspan="3">Feb-19</th> <th colspan="3">Mar-19</th> <th colspan="3">Apr-19</th> </tr> <tr> <th>W1</th><th>W2</th><th>W3</th> <th>W4</th><th>W1</th><th>W2</th> <th>W3</th><th>W4</th><th>W1</th><th>W2</th> <th>W3</th><th>W4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PLANT</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ACT</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>		Tahun 2019												Plan/ Act	Jan-19			Feb-19			Mar-19			Apr-19			W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	PLANT												ACT									
Tahun 2019																																																														
Plan/ Act	Jan-19			Feb-19			Mar-19			Apr-19																																																				
	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4																																																		
PLANT																																																														
ACT																																																														
AREA BERSIH MESIN																																																														
																																																														
<p>AREA A</p> <p>Terdiri dari: 1. Lantai pelat sebelum dan sesudah</p> 																																																														
<p>AREA B</p> <p>Terdiri dari: 1. Sela pintu mesin 2. Lantai sekitar depan mesin</p> 																																																														
<p>AREA C</p> <p>Terdiri dari: 1. Greating dalam mesin 2. Blade Impeller 3. Atas mesin</p> 																																																														
<p>AREA D</p> <p>Terdiri dari: 1. Lantai sekitar belakang mesin 2. Rantai elevator 3. Kanung debu dust collector</p> 																																																														
<p>AREA E</p> <p>Terdiri dari: 1. Lantai sekitar samping mesin 2. Bawah bucket elevator</p> 																																																														
<p>AREA F</p> <p>Terdiri dari: 1. Lantai sekitar samping mesin</p> 																																																														

No	Implementasi TPM	Hasil
3.	<p>Memaksimalkan laporan harian yang diisi oleh operator produksi dengan tujuan untuk dikokumentasikan dan keperluan dalam pembuatan laporan mingguan mesin <i>shot blast</i> ke manajemen operasional.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Sebelum Perbaikan (Tanggal 28 Mei 2019)</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Sesudah Perbaikan (Tanggal 21 Juni 2019)</p> </div> </div>
<p>Keterangan</p>		<p>Sudah berjalan dengan baik dan perlu meningkatkan pengawasan kepada operator produksi apabila pencatatan laporan harian yang tidak lengkap</p>

(Sumber: PT Bakrie Autoparts)

5.7. Perhitungan Sesudah Perbaikan

Setelah dilakukan penelitian terkait rendahnya produktivitas pada mesin *shot blast* 10 PT Bakrie Autoparts, didapatkan hasil analisis diagram sebab akibat dan rekomendasi hasil analisis 5W+1H beserta penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) mulai diterapkan dari minggu kedua bulan Juni 2019 s.d minggu ketiga bulan Juli 2019 sebagai berikut.

5.7.1. Data Produksi Sesudah Perbaikan

Setelah PT Bakrie Autoparts menerapkan rekomendasi dari hasil analisis dan penerapan TPM pada mesin *shot blast* 10 minggu kedua bulan Juni 2019 s.d minggu ketiga bulan Juli 2019. Berikut ini merupakan data hasil produksi minggu kedua bulan Juni 2019 s.d minggu ketiga bulan Juli 2019.

Tabel 5.5. Data Produksi Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Juni 2019 s.d Bulan Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Target Produksi (Pcs)	Output Aktual (Pcs)	Output Rework (Pcs)	Output Reject (Pcs)	Output Total (Pcs)
Jun-19	2	3.672	2.316	0	0	2.316
	3	6.528	3.085	0	3	3.085
	4	6.936	3.231	24	1	3.255
Jul-19	1	6.528	3.152	37	0	3.189
	2	6.528	3.069	0	2	3.069
	3	6.528	3.272	0	0	3.272

(Sumber: Pengolahan Data)

5.7.2. Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Sesudah Perbaikan

Sebelum melakukan perhitungan nilai OEE mesin *shot blast* 10, perlu dilakukan perhitungan terlebih dahulu pada tiga faktor penentu nilai OEE yaitu *availability*, *performance of efficiency*, dan *rate of quality*. Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai *availability* pada minggu kedua bulan Juni 2019.

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\ %$$

$$Availability = \frac{2.703}{3.780} \times 100 \%$$

$$Availability = 71,51 \%$$

Berdasarkan perhitungan nilai *availability* mesin *shot blast* 10 minggu kedua bulan Juni 2019 didapatkan nilai sebesar 71,51%. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan nilai *availability* mesin *shot blast* 10 minggu kedua bulan Juni 2019 s.d minggu ketiga bulan Juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Perhitungan *Availability* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Working Time (menit)	Planned Down Time (menit)	Loading Time (menit)	Down Time (menit)	Operation Time (menit)	Availability (%)
		(a)	(b)	(c) = (a)-(b)	(d)	(e) = (d) - (c)	(f) = (e) / (c)
Jun-19	2	3.780	0	3.780	1.077	2.703	71,51
	3	6.900	0	6.900	1.673	5.227	75,75
	4	7.140	420	6.720	2.153	4.567	67,96
Jul-19	1	6.900	0	6.900	1.711	5.189	75,20
	2	6.480	420	6.060	1.979	4.081	67,34
	3	6.060	0	6.060	1.525	4.535	74,83

(Sumber: Pengolahan Data)

Setelah menghitung nilai *availability*, untuk menunjang penentu nilai OEE selanjutnya dilakukan perhitungan *performance efficiency*. Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai *performance efficiency* mesin *shot blast* 10 pada minggu kedua bulan Juni 2019.

$$Performance Efficiency = \frac{Output Aktual \times Ideal Cycle Time}{Operation Time} \times 100 \%$$

$$Performance Efficiency = \frac{2.316 \times 0,917}{2.703} \times 100 \%$$

$$Performance Efficiency = 78,57\%$$

Berdasarkan perhitungan nilai *performance efficiency* mesin *shot blast* 10 minggu kedua bulan Juni 2019 didapatkan nilai sebesar 78,57%. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan nilai *performance efficiency* mesin *shot blast* 10 minggu kedua bulan Juni 2019 s.d minggu ketiga bulan Juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7. Perhitungan *Performance Efficiency* Mesin Shot Blast 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Ouput Aktual (Pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Operatlon Time (menit)	Performance (%)
		(a)	(b)	(c)	(d) = (a)x((b)/(c))
Jun-19	2	2.316	0,917	2.703	78,57
	3	3.085	0,917	5.227	54,12
	4	3.231	0,917	4.567	64,87
Jul-19	1	3.152	0,917	5.189	55,70
	2	3.069	0,917	4.081	68,96
	3	3.272	0,917	4.535	66,16

(Sumber: Pengolahan Data)

Setelah menghitung nilai *performance efficiency*, selanjutnya dilakukan perhitungan *rate of quality*. Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai *rate of quality* mesin shot blast 10 pada minggu kedua bulan Juni 2019.

$$\text{Rate of Quality} = \frac{\text{Ouput Actual} - \text{Ouput Defect}}{\text{Ouput Actual}} \times 100 \%$$

$$\text{Rate of Quality} = \frac{2.316 - 0}{2.316} \times 100 \%$$

$$\text{Rate of Quality} = 100\%$$

Berdasarkan perhitungan nilai *rate of quality* mesin shot blast 10 minggu kedua bulan Juni 2019 didapatkan nilai sebesar 100%. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan nilai *rate of quality* mesin shot blast 10 minggu kedua bulan Juni 2019 s.d minggu ketiga bulan Juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.8

Tabel 5.8. Perhitungan *Rate of Quality* Mesin Shot Blast 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Ouput Aktual (Pcs)	Output Reject (Pcs)	Output Rework (Pcs)	Total Ouput Reject (Pcs)	Quality (%)
		(a)	(b)	(c)	(d) = (b)+(c)	(e) = ((a)-(c))/(a)
Jun-19	2	2.316	0	0	0	100,00
	3	3.085	3	0	3	99,90
	4	3.231	1	24	25	99,23
Jul-19	1	3.152	0	37	37	98,83
	2	3.069	2	0	2	99,93
	3	3.272	0	0	0	100,00

(Sumber: Pengolahan Data)

Setelah didapat perhitungan ketiga faktor *availability*, *performance of efficiency* dan *rate of quality*. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai OEE. Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai OEE mesin *shot blast* 10 pada minggu kedua bulan Juni 2019.

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability} \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Rate of Quality} \\ &= 71,51\% \times 78,57\% \times 100\% \\ &= 56,18\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai OEE mesin *shot blast* 10 minggu kedua bulan Juni 2019 didapatkan nilai sebesar 56,18%. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan nilai OEE mesin *shot blast* 10 minggu kedua bulan Juni 2019 s.d minggu ketiga bulan Juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.9

Tabel 5.9. Perhitungan OEE Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Availability	Performance	Quality	OEE
		(%)	(%)	(%)	(%)
		(a)	(b)	(c)	(d) = (a) x (b) x (c)
Jun-19	2	71,51	78,57	100,00	56,18
	3	75,75	54,12	99,90	40,96
	4	67,96	64,87	99,23	43,75
Jul-19	1	75,20	55,70	98,83	41,40
	2	67,34	68,96	99,93	46,41
	3	74,83	66,16	100,00	49,51

(Sumber: Pengolahan Data)

5.7.3. Perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) Sesudah Perbaikan

Perhitungan MTBF dilakukan untuk mengetahui waktu rata-rata antar kerusakan mesin. Berikut ini merupakan contoh perhitungan MTBF mesin *shot blast* 10 pada minggu kedua bulan Juni 2019.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

$$\text{MTBF} = \frac{2.703 \text{ menit}}{6}$$

$$\text{MTBF} = 450,5 \text{ menit} = 7,51 \text{ jam}$$

Berdasarkan perhitungan MTBF mesin *shot blast* 10 minggu kedua bulan Juni 2019 didapatkan nilai 7,51 jam. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan nilai MTBF mesin *shot blast* 10 minggu kedua bulan Juni 2019 s.d minggu ketiga bulan Juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10. Perhitungan Nilai MTBF Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Operation Time (menit)	Frekuensi Kerusakan	MTBF (menit/kerusakan)	MTBF (jam/kerusakan)
		(a)	(b)	(c) = (a)/(b)	(d) = (c) /60
Jun-19	2	2.703	6	450,50	7,51
	3	5.227	11	475,18	7,92
	4	4.567	12	380,58	6,34
Jul-19	1	5.189	11	471,73	7,86
	2	4.081	12	340,08	5,67
	3	4.535	12	377,92	6,30
Rata-Rata MTBF (Jam/Kerusakan)					6,93

(Sumber: Pengolahan Data)

Setelah menghitung MTBF, selanjutnya dilakukan perhitungan MTTR yang digunakan untuk mengetahui waktu rata-rata yang dibutuhkan dalam memperbaiki mesin yang rusak. Berikut ini merupakan contoh perhitungan MTTR mesin *shot blast* 10 pada minggu kedua bulan Juni 2019.

$$MTTR = \frac{\text{Waktu Kerusakan Mesin}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

$$MTTR = \frac{1.012 \text{ menit}}{6}$$

$$MTTR = 168,67 \text{ menit} = 2,81 \text{ jam}$$

Berdasarkan perhitungan MTTR mesin *shot blast* 10 minggu kedua bulan Juni 2019 didapatkan nilai 2,81 jam. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan nilai MTBF mesin *shot blast* 10 minggu kedua bulan Juni 2019 s.d minggu ketiga bulan Juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.11

Tabel 5.11 Perhitungan Nilai MTTR Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Breakdown Time (menit)	Frekuensi Kerusakan	MTTR (menit/kerusakan)	MTTR (jam/kerusakan)
		(a)	(b)	(c) = (a)/(b)	(d) = (c) /60
Jun-19	2	1.012	6	168,67	2,81
	3	1.588	11	144,36	2,41

(Lanjut....)

Tabel 5.11 Perhitungan Nilai MTTR Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Juni 2019 s.d. Bulan Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Breakdown Time (menit)	Frekuensi Kerusakan	MTTR (menit/kerusakan)	MTTR (jam/kerusakan)
		(a)	(b)	(c) = (a)/(b)	(d) = (c) / 60
Jun-19	4	2.058	12	171,50	2,86
Jul-19	1	1.606	11	146,00	2,43
	2	1.894	12	157,83	2,63
	3	1.435	12	119,58	1,99
Rata-Rata MTTR (Jam/Kerusakan)					2,52

(Sumber: Pengolahan Data)

5.7.4. Perhitungan Nilai *Six Big Losses* Sesudah Perbaikan

Perhitungan nilai *six big losses* dilakukan untuk mengetahui enam kerugian mesin yang dapat mengakibatkan rendahnya kinerja mesin. Berikut ini perhitungan nilai *six big losses* setelah dilakukannya perbaikan berdasarkan rekomendasi dan penerapan TPM.

1. *Down Time Losses* Sesudah Perbaikan

Down time losses terdiri dari dua jenis yaitu *breakdown loss* dan *set up and adjustment loss*.

a. *Breakdown Loss/Equipment Failure*

Perhitungan nilai persentase *breakdown loss* mesin *shot blast* 10 pada minggu kedua bulan Juni 2019 adalah sebagai berikut

$$\text{Breakdown Loss (\%)} = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

$$\text{Breakdown Loss (\%)} = \frac{1.077}{3.780} \times 100 \%$$

$$\text{Breakdown Loss (\%)} = 28,49\%$$

Berdasarkan perhitungan nilai persentase *breakdown loss* minggu kedua bulan Juni 2019 didapatkan nilai sebesar 28,49%. Berikut perhitungan nilai *breakdown loss* minggu kedua bulan Juni 2019 s.d. minggu ketiga bulan Juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12. Perhitungan Nilai *Breakdown Loss* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Juni 2019 s.d Bulan Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	<i>Loading Time (Minute)</i>	<i>Down Time (Minute)</i>	<i>Breakdown Loss (%)</i>
		(a)	(b)	(c) = (b) / (a)
Jun-19	2	3.780	1.077	28,49
	3	6.900	1.673	24,25
	4	6.720	2.153	32,04
Jul-19	1	6.900	1.711	24,80
	2	6.060	1.979	32,66
	3	6.060	1.525	25,17

(Sumber: Pengolahan Data)

b. *Set Up and Adjustment Loss*

Perhitungan nilai persentase *set up and adjustment loss* mesin *shot blast* 10 pada minggu kedua bulan Juni 2019 adalah sebagai berikut:

$$\text{Setup and Adjustment Loss (\%)} = \frac{\text{Setup Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

$$\text{Setup and Adjustment Loss (\%)} = \frac{65 \text{ menit}}{3.780 \text{ menit}} \times 100 \%$$

$$\text{Setup and Adjustment Loss (\%)} = 1,72 \%$$

Berdasarkan perhitungan nilai persentase *set up and adjustment loss* minggu kedua bulan Juni 2019 didapatkan nilai sebesar 1,72%. Berikut perhitungan nilai *set up and adjustment loss* minggu kedua bulan Juni 2019 s.d. minggu ketiga bulan Juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13. Perhitungan Nilai *Set Up and Adjustment Loss* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Juni 2019 s.d. Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	<i>Set Up and Adjustment (Minute)</i>	<i>Loading Time (Minute)</i>	<i>Setup and Adjustment Loss (%)</i>
		(a)	(b)	(c) = (a) / (b)
Jun-19	2	65	3.780	1,72
	3	85	6.900	1,23
	4	95	6.720	1,41

(Lanjut....)

Tabel 5.13. Perhitungan Nilai *Set Up and Adjustment Loss* Mesin Shot Blast 10 Bulan Juni 2019 s.d. Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Set Up and Adjustment (Minute)	Loading Time (Minute)	Setup and Adjustment Loss (%)
		(a)	(b)	(c) = (a) / (b)
Jul-19	1	105	6.900	1,52
	2	85	6.060	1,40
	3	90	6.060	1,49

(Sumber: Pengolahan Data)

2. Speed Losses Sesudah Perbaikan

Speed losses terdiri dari dua jenis yaitu *idle and minor stoppages loss* dan *reduced speed loss*.

a. Idle and Minor Stoppages Loss

Perhitungan nilai persentase *idle and minor stoppages loss* mesin shot blast 10 pada minggu kedua bulan Juni 2019 adalah sebagai berikut

$$\text{Idle and Minor Stoppages (\%)} = \frac{\text{Non Productive}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

$$\text{Idle and Minor Stoppages (\%)} = \frac{1.243,452}{3.780} \times 100 \%$$

$$\text{Idle and Minor Stoppages (\%)} = 32,90 \%$$

Berdasarkan perhitungan nilai persentase *idle and minor stoppage loss* minggu kedua bulan Juni 2019 didapatkan nilai sebesar 32,90 %. Berikut perhitungan nilai *idle and minor stoppage loss* minggu kedua bulan Juni 2019 s.d. minggu ketiga bulan Juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.14

Tabel 5.14. Perhitungan Nilai *Idle and Minor Stoppages Loss* Mesin Shot Blast 10 Bulan Juni 2019 s.d Bulan Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Target Produksi (Pcs)	Ouput Aktual (Pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Non Productive Time (menit)	Loading Time (menit)	Idle and Minor Stoppages Loss (%)
		(a)	(b)	(c)	(d) = ((a)-(b)) x (c)	(e)	(f) = (d) / (e)
Jun-19	2	3.672	2.316	0,917	1243,452	3.780	32,90
	3	6.528	3.085	0,917	3157,231	6.900	45,76
	4	6.936	3.231	0,917	3397,485	6.720	50,56

(Lanjut....)

Tabel 5.14. Perhitungan Nilai *Idle and Minor Stoppages Loss* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Juni 2019 s.d Bulan Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Target Produksi (Pcs)	Ouput Aktual (Pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Non Productive Time (menit)	Loading Time (menit)	Idle and Minor Stoppages Loss (%)
		(a)	(b)	(c)	(d) = ((a)-(b)) x (c)	(e)	(f) = (d) / (e)
Jul-19	1	6.528	3.152	0,917	3095,792	6.900	44,87
	2	6.528	3.069	0,917	3171,903	6.060	52,34
	3	6.528	3.272	0,917	2985,752	6.060	49,27

(Sumber: Pengolahan Data)

b. *Reduced Speed Loss*

Perhitungan nilai persentase *reduced speed loss* mesin *shot blast* 10 pada minggu kedua bulan Juni 2019 adalah sebagai berikut.

$$\text{Reduced Speed (\%)} = \frac{\text{Operation Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Ouput})}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

$$\text{Reduced Speed (\%)} = \frac{2.703 - (0,0917 \times 2.316)}{3.780} \times 100 \%$$

$$\text{Reduced Speed (\%)} = 15,32\%$$

Berdasarkan perhitungan nilai persentase *reduced speed loss* minggu kedua bulan Juni 2019 didapatkan nilai sebesar 15,32%. Berikut perhitungan nilai *reduced speed loss* minggu kedua bulan Juni 2019 s.d. minggu ketiga bulan Juli 2019 dapat dilihat pada tabel 5.15

Tabel 5.15 Perhitungan Nilai *Reduced Speed Loss* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Juni 2019 s.d. Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Ouput Aktual (Pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Loading Time (menit)	Operation Time (menit)	Reduced Speed Losses (%)
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = ((d)-(b)x(a)) / (c)
Jun-19	2	2.316	0,917	3.780	2.703	15,32
	3	3.085	0,917	6.900	5.227	34,75
	4	3.231	0,917	6.720	4.567	23,87
Jul-19	1	3.152	0,917	6.900	5.189	33,31
	2	3.069	0,917	6.060	4.081	20,90
	3	3.272	0,917	6.060	4.535	25,32

(Sumber: Pengolahan Data)

3. *Defect Losses* Sesudah Perbaikan

Defect losses terdiri dari dua jenis yaitu *rework loss* dan *yield/scrap loss*.

a. *Rework Loss*

Perhitungan nilai persentase *set up and adjustment loss* mesin *shot blast* 10 pada minggu kedua bulan Juni 2019 adalah sebagai berikut

$$\text{Rework Loss (\%)} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Ouput Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100 \%$$

$$\text{Rework Loss (\%)} = \frac{0,917 \text{ menit} \times 0}{3.780 \text{ menit}} \times 100 \%$$

$$\text{Rework Loss (\%)} = 0,00 \%$$

Berdasarkan perhitungan nilai persentase *set up and adjustment loss* minggu kedua bulan Juni 2019 didapatkan nilai 0,00%. Berikut perhitungan nilai *set up and adjustment loss* minggu kedua bulan Juni 2019 s.d. minggu ketiga bulan Juli 2019 dapat dilihat pada tabel 5.16

Tabel 5.16 Perhitungan Nilai *Rework Loss* Mesin *Shot Blast* 10 Bulan Juni 2019 s.d Juli 2019

Bulan	Minggu ke-	Ouput Rework (Pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Loading Time (menit)	Rework Loss (%)
		(a)	(b)	(c)	(d) = ((a) x (b)) / (c)
Jun-19	2	0	0,917	3.780	0,00
	3	0	0,917	6.900	0,00
	4	24	0,917	6.720	0,33
Jul-19	1	37	0,917	6.900	0,49
	2	0	0,917	6.060	0,00
	3	0	0,917	6.060	0,00

(Sumber: Pengolahan Data)

b. *Yield/Scrap Loss*

Proses *shot blast* pada mesin *shot blast* 10 tidak menghasilkan *scrap* produk (*casting*), maka *yield/scrap loss* mesin *shot blast* 10 tidak dapat dihitung melainkan bernilai 0 yang berarti persentase *scrap losses* sama dengan 0%.

Setelah dilakukan perhitungan pada nilai *six big losses*, berikut perhitungan persentase masing-masing *loss* berdasarkan *time loss* dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Persentase *Six Big Losses* Mesin *Shot Blast* 10 Sesudah Perbaikan

No.	Kategori <i>Losses</i>	Jenis <i>Losses</i>	Total Time Loss (Menit)	Persentase (%)
1.	<i>Down Time Losses</i>	<i>Breakdown Loss</i>	10.118	27,03
2.	<i>Down Time Losses</i>	<i>Setup and Adjustment Loss</i>	525	1,40
3.	<i>Speed Losses</i>	<i>Idle and Minor Stoppages Loss</i>	17.051,615	45,55
4.	<i>Speed Losses</i>	<i>Reduced Speed Los</i>	9.681,375	25,86
5.	<i>Defect Losses</i>	<i>Rework Loss</i>	55,937	0,15
6.	<i>Defect Losses</i>	<i>Scrap Loss</i>	0	0,00
Total			37.431,927	100,00

Sumber: Pengolahan Data)

Untuk memperjelas persentase nilai *six big losses* yang memiliki pengaruh tertinggi hingga terendah, maka persentase nilai *six big losses* berdasarkan perhitungan total *time loss* diurutkan sebagai berikut dapat dilihat pada Tabel 5.18

Tabel 5.18 Urutan Persentase *Six Big Losses* Mesin *Shot Blast* 10 Sesudah Perbaikan

No.	Kategori <i>Losses</i>	Jenis <i>Losses</i>	Total Time Loss (Menit)	Persentase (%)	Kumulatif Persentase (%)
1.	<i>Speed Losses</i>	<i>Idle and Minor Stoppages Loss</i>	17.051,615	45,55	45,55
2.	<i>Down Time Losses</i>	<i>Breakdown Loss</i>	10.118	27,03	72,58
3.	<i>Speed Losses</i>	<i>Reduced Speed Loss</i>	9.681,375	25,86	98,45

(Lanjut....)

Tabel 5.18 Urutan Persentase *Six Big Losses* Mesin *Shot Blast* 10 Sesudah Perbaikan

No.	Kategori Losses	Jenis Losses	Total Time Loss (Menit)	Persentase (%)	Kumulatif Persentase (%)
4.	<i>Down Time Losses</i>	<i>Setup and Adjustment Loss</i>	525	1,40	99,85
5.	<i>Defect Losses</i>	<i>Rework Loss</i>	55,937	0,15	100,00
6.	<i>Defect Losses</i>	<i>Scrap Loss</i>	0	0,00	100,00
Total			37.431,927	100,00	

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.18 diatas, maka total *time loss* sebesar 37.431,927 menit dan kerugian tertinggi yang mempengaruhi tingkat efektivitas mesin *shot blast* 10 terjadi akibat *idle and minor stoppages loss* dengan nilai 45,55%.

5.7.5. Perbandingan Nilai OEE, MTBF, MTTR dan *Six Big Losses* Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Pada penelitian ini dilakukan analisis serta perbaikan pada mesin *shot blast* 10 di area *shot blast foundry plant 2*. Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, nilai OEE mesin *shot blast* 10 minggu pertama bulan Maret 2019 s.d minggu kelima bulan Mei 2019 masih dibawah standar. Sedangkan nilai MTBF dan MTTR menunjukkan bahwa mesin masih sering mengalami kerusakan dan membutuhkan waktu yang lama dalam proses perbaikan. Selain itu, *six big losses* juga masih terjadi pada mesin ini. Maka dari itu, dengan kondisi yang demikian dilakukan perbaikan serta penerapan TPM guna mengurangi *six big losses* pada mesin *shot blast* 10. Perbandingan hasil perhitungan sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Perbandingan Nilai Mesin *Shot Blast* 10 Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Keterangan	Nilai		Selisih	Ket
	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan		
Nilai OEE (%)	40,48%	46,37%	5,89%	Naik
MTBF (Jam/Kerusakan)	4,15	6,93	2,78	Naik
MTTR (Jam/Kerusakan)	1,91	2,52	0,61	Naik
<i>Idle and Minor Stoppages Loss (%)</i>	46,88%	45,55%	1,33%	Turun

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.19 diatas, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai OEE mesin *shot blast* 10 dari 40,48% menjadi 46,37% dengan selisih 5,89%. Kemudian untuk nilai MTBF mengalami kenaikan waktu antar kerusakan dari 4,15 jam menjadi 6,93 jam dengan selisih 2,78 jam yang menunjukkan bahwa tingkat kerusakan mesin menurun. Sedangkan nilai MTTR mengalami kenaikan dari 1,91 jam menjadi 2,52 jam yang menunjukkan bahwa proses perbaikan mesin masih cukup lama dengan selisih 0,61 jam. Selain itu, pada faktor *six big losses*, nilai *idle and minor stoppages loss* mengalami penurunan dari 46,88% menjadi 45,55% dengan selisih 1,33%.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis yang didapat dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tingkat efektivitas mesin *shot blast* 10 berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan masih dibawah 85% menurut standar JIPM. Adapun nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mulai dari minggu pertama bulan Maret 2019 s.d. minggu kelima bulan Mei 2019 sebesar 40,48%.
2. Faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas mesin *shot blast* 10 dikarenakan ketersediaan operator *maintenance* terbatas, terjadi penumpukan di proses pematah hasil *casting*, perencanaan kebutuhan *steel shot* kurang diperhatikan, adanya kebocoran pada dinding mesin dan hisapan *dust collector* kurang lancar.
3. Perhitungan nilai MTBF dan MTTR mesin *shot blast* 10 pada minggu pertama bulan Maret 2019 s.d. minggu kelima bulan Mei 2019, nilai MTBF yaitu 4,15 jam/kerusakan, sedangkan nilai MTTR yaitu 1,91 jam/kerusakan. Nilai tersebut menunjukkan bahwa frekuensi kerusakan mesin tinggi dan waktu proses perbaikan tiap kerusakan masih terbilang lama.
4. Jenis *six big losses* yang paling dominan dalam mempengaruhi efektivitas mesin *shot blast* 10 adalah *idle and minor stoppages loss* dengan nilai 46,88%. Sedangkan untuk *losses* lainnya, *breakdown loss* sebesar 29,04%, *set up and adjustment loss* sebesar 1,29%, *reduce speed loss* sebesar 22,69%, *rework loss* sebesar 0,11%, dan *yield/scrap loss* tidak dapat dihitung karena proses tidak menghasilkan *scrap* sama dengan 0%.
5. Setelah dilakukan perbaikan terjadi peningkatan pada nilai OEE sebesar 46,37%, nilai MTBF mengalami peningkatan waktu 6,93 jam/kerusakan yang berarti selang waktu kerusakan tidak sering terjadi, nilai MTTR mengalami kenaikan dikarenakan proses perbaikan masih membutuhkan waktu yang cukup lama dengan waktu 2,52 jam/kerusakan, sedangkan *idle and minor*

stoppages loss yang dominan mempengaruhi tingkat efektivitas mesin *shot blast* 10 mengalami penurunan menjadi 45,55%.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang bersifat membangun yaitu :

1. Perusahaan sebaiknya melakukan kegiatan *preventive maintenance* dengan rutin berdasarkan jadwal yang telah dibuat dan rekondisi mesin secara keseluruhan dengan tujuan untuk meningkatkan nilai OEE dan mencegah terjadinya kerusakan yang tidak terduga serta menjaga kondisi mesin dalam keadaan baik.
2. Perusahaan sebaiknya melakukan pelatihan kepada operator produksi dan operator *maintenance* dalam meningkatkan keterampilan melakukan pemeliharaan mesin secara mandiri dan perbaikan mesin ketika mengalami kerusakan.
3. Perusahaan sebaiknya memiliki komitmen tinggi dalam menjalankan *Total Productive Maintenance* (TPM) secara konsisten agar dapat meminimasi *idle and minor stoppage loss* serta dapat meningkatkan produktivitas maupun efektivitas mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Muhammad., dan Sultan, Z.A., 2018. *Manajemen Perawatan*, Edisi 1, Deepublish, Yogyakarta.
- Assauri, Sofjan., 1996. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.
- Besterfield, Dale H., 2009. *Quality Control*, Ed.Ke-8, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Corder, Antony., 1988. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*, Erlangga, Jakarta.
- Gaspersz, V., 1998. *Manajemen Produktivitas Total*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Handoko, T. H., 2008. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, Ed.Ke-1, BPFE, Jakarta.
- Hansen, R.C., 2001. *Overall Equipment Effectiveness; A Powerful Production/ Maintenance Tool for Increased Profits*, Industrial Press, New York.
- Harsono, Drs., 1984. *Manajemen Pabrik*, Balai Aksara, Jakarta.
- Heizer, Jay., dan Render, Barry., 2009. *Manajemen Operasi*, Buku 1 Ed.Ke-9, Salemba Empat, Jakarta.
- Hughes, Chris., 1990. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Dahara Prize, Semarang.
- Nakajima, Seiichi., 1988. *TPM Development Program*, Productivity Press, Cambridge.
- Nasution., 1988. *Metode Naturalistik Kualitatif*, Tarsito, Bandung.
- Production, L., 2016. *Overall Equipment Effectiveness*, Retrieved Mei 18, 2019, from www.leanproduction.com
- Robinson, C.J. and Ginder, A. P. 1995. *Implementing TPM: The North American Experience*, Productivity Press, Portland.

Salvandy, Gavriel., 1992. *Hand Book Of Industrial Engineering*, John Wiley & Sons, Inc, Amerika.

Sugiyono., 2016. *Memahami Penelitian Kualitatif*, Alfabeta, Bandung.

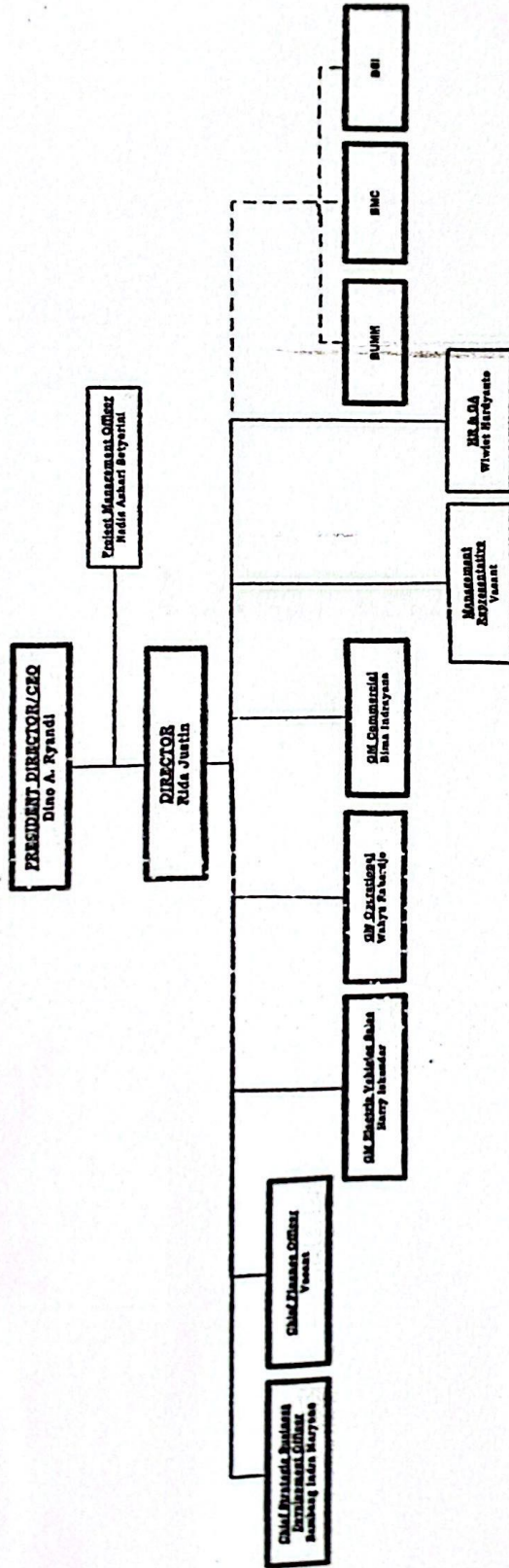
Wignjosoebroto, Sritomo., 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*, Guna Widya, Surabaya.

LAMPIRAN - LAMPIRAN

LAMPIRAN

A

ORGANIZATION STRUCTURE 2019 PT. BAKRIE AUTOPARTS



Prepared By, Yohani Harsono Manager HR & GA	Reviewed By, Rida Justin Director	Approved By, Dino A. Ryandi President Director
---	---	--

LAMPIRAN

B

KEBIJAKAN MUTU PERUSAHAAN



Sertifikat ISO 14001 : 2004



Sertifikat OHSAS 18001 : 2007

KEBIJAKAN MUTU PERUSAHAAN



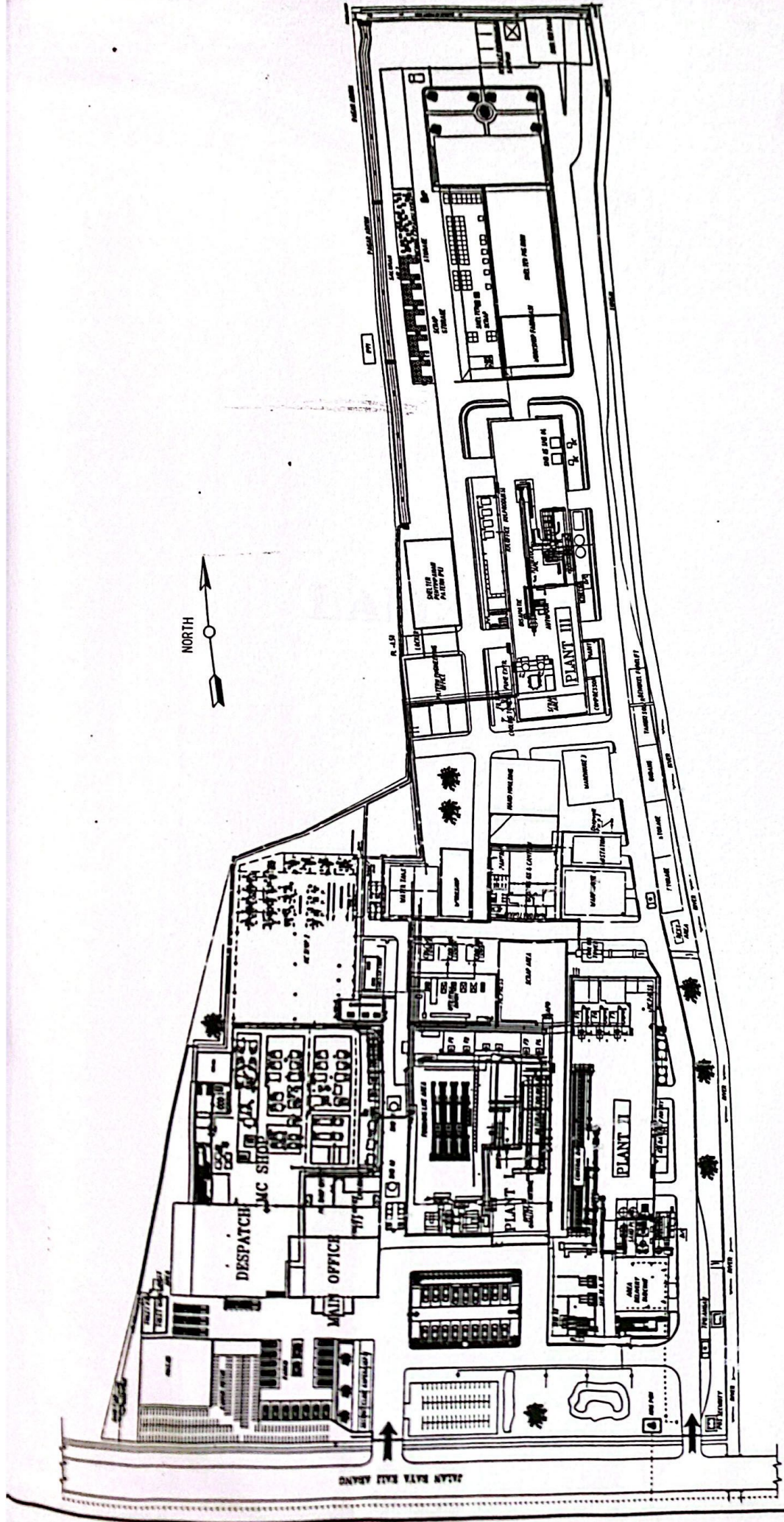
Sertifikat ISO 9001 : 2008



Sertifikat ISOTS 16949 : 2009

LAMPIRAN

C



1 MAIN SITE
 0-100' SKALA 1:1000

No. U/P	Part of Drawing	Revised	Notes	Size	Scale	Drawn by	Checked by	Approved by	Project No.
C									
B									
A				1g					
REVISION									
Name of Drawing MAIN SITE PT BAKRE AUTOPARTS									
Scale 1:1000									
Drawn by ABDUL KADIR									
Checked by ABDUL KADIR									
Approved by ABDUL KADIR									
Project No. A3									

LAMPIRAN

D

