

**ANALISIS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)
UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN CURING
DI PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Penyelesaian Program Diploma IV
Program Studi Teknik dan Manajemen Industri pada
POLITEKNIK STMI Jakarta**

Disusun Oleh :

NAMA : IRIN YOSEPHA SIHOTANG

NIM : 1112042



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
d.h. SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
Jl. Letjen Suprpto 26, Cempaka Putih, Jakarta Pusat Tlp : (021) 4244561**

2016

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI

JUDUL TUGAS AKHIR :

**ANALISIS *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* UNTUK
MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN *CURING* DI PT BRIDGESTONE
TIRE INDONESIA**

DISUSUN OLEH

NAMA : IRIN YOSEPHA SIHOTANG

NIM : 1112042

PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Ujian Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta
pada hari Kamis, 3 November 2016.

Jakarta, November 2016

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

DR. Huwae Elias.P, Msc,MM

NIP: 195510091982031002

Muhamad Agus, ST,MT

NIP: 197008292002121001

Dosen Penguji III

Dosen Penguji IV

Juhari Masudi, SMI,MM

NIP: 195404101982031001

Ir. Moh. Rahmatullah, MBA

NIP: 195504071984031004

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR :

ANALISIS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)
UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN
CURING DI PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA

DISUSUN OLEH :

NAMA : IRIN YOSEPHA SIHOTANG

NIM : 1112042

PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan
dipertahankan Dalam Ujian Tugas Akhir
Sekolah Tinggi Manajemen Industri

Jakarta, September 2016

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Moh. Rahmatullah, MBA

NIP: 195504071984031004

Diana Salati, ST,MT

NIP: 198109112009012007

ABSTRAK

Konsep manajemen pemeliharaan praktis diperlukan oleh seluruh perusahaan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur. Kebutuhan untuk mempertahankan kondisi mesin produksi dalam performa terbaiknya merupakan logika yang harus dipahami demi kelancaran proses produksi. Meningkatnya jumlah kapasitas produksi hendaknya dibandingkan pula dengan kesiapan sumber daya, dalam hal ini mesin-mesin produksi yang dimiliki. Jumlah kerusakan yang semakin banyak, frekuensi kerusakan yang semakin sering adalah indikasi bahwa performa mesin tersebut sudah mulai turun dan berpotensi menjadi rusak fatal. Metode *Overall Equipments Effectiveness* (OEE) merupakan suatu metode pengukuran tingkat efektivitas pemakaian suatu mesin/ peralatan dengan menghitung ketersediaan mesin, performansi, dan kualitas produk yang dihasilkan. Perhitungan *six big losses* dilakukan untuk mengetahui kerugian yang mengakibatkan rendahnya nilai OEE. Penelitian dilakukan pada mesin *curing* dan data yang diambil adalah bulan Januari sampai dengan Desember 2015, diperoleh nilai ketersediaan (*availability*) 95,22%, performansi (*performance efficiency*) 84,27% dan kualitas produk (*rate of quality products*) 87,72%. Penggolongan *six big losses* dibagi menjadi 6 bagian yaitu *equipment failure loss*, *set up and adjustment loss*, *idling minor stoppages*, *reduced speed loss*, *rework loss*, dan *scrap/yield loss*. Untuk mengetahui dua nilai *six big losses* terbesar maka dilakukan perhitungan menggunakan diagram pareto, diketahui nilai *six big losses* terbesar yaitu berupa *reduced speed loss* sebesar 77.643,65 menit, dan *rework loss* sebesar 50.691,96 menit. Untuk meningkatkan nilai OEE dan mengurangi nilai *six big losses* maka dibutuhkan analisis dengan menggunakan Diagram Sebab Akibat pada perbaikan *man*, *machine*, *material*, *method* dan *environment*. Kemudian pada tahap perbaikan dengan menggunakan 5W-1H untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, maka diharapkan dapat meningkatkan nilai OEE pada mesin *curing* di PT Bridgestone Tire Indonesia.

Kata Kunci: *OEE*, *Six Big Losses*, *diagram fishbone*, 5W-1H.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas kasih, hikmat dan kebijaksanaan dari Tuhan maka penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul “Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Untuk Meningkatkan Efektivitas Mesin *Curing* Di PT Bridgestone Tire Indonesia”. Penulisan tugas akhir ini dilakukan guna memenuhi salah satu syarat akademis Program Studi D-IV Jurusan Teknik dan Manajemen Industri di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian Republik Indonesia

Pada kesempatan kali ini, penulis bermaksud untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penulisan tugas akhir ini. Penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Tuhan Yesus Kristus dan Bunda Maria yang telah memberikan rahmat-Nya dan kasih karunia dan selalu menyertai penulis
- Bapak dan mama. Terimakasih sudah memberikan dukungan moril dan materil kepada penulis, senantiasa sabar mendampingi dari kecil dan kepada adik yaitu Ian Octavianus Sihotang, Charli Novanto A. Sihotang dan Cecilia Patresia Sihotang yang telah memberikan dukungan baik dengan doa maupun dengan tindakan kepada penulis.
- Opung, bapak tua, mama tua, bapak uda, nanguda, tulang, nantulang, bou, amangboru, abang dan kakak yang telah banyak mengajarkan penulis dan selalu memberikan nasihat untuk dapat terus berjuang dan dapat mencapai pendidikan setinggi-tingginya Bapak Mustofa selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Rizki, Bapak Dedi, dan Bapak Emanuel selaku pudir I, II, dan III.
- Bapak Muhamad Agus selaku Ketua Prodi Teknik dan Manajemen Industri.
- Bapak Suriadi selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan bimbingan akademik Bapak Moh. Rahmatullah selaku dosen

pembimbing I dan Ibu Dianasanti Salati selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir ini yang telah bersedia memberikan bimbingan serta pengarahan kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini.

- Bapak dan ibu dosen Sekolah Tinggi Manajemen Industri yang telah mengajar dan mendidik serta memberikan moril kepada penulis selama ini, kiranya semua ilmu dapat menjadikan penulis berguna dimasa depan.
- Seluruh jajaran direksi dan manajer PT Bridgestone Tire Indonesia Bekasi terkhusus bagian *Quality Assurance* yang telah memberikan waktu, tenaga dan pikiran kepada penulis selama melakukan praktik kerja lapangan selama kurang lebih satu bulan.
- Teman-teman seperjuangan kuliah, Putri, Fransisca, Indri, Lita, Sasa, Hanny, Febriani, Sarah, Intan, Maria, Dini, Risa, Resti, Ipeh, Debora, Mimin, Amalina, Aiko dan lain-lain yang telah bersahabat selama kurang lebih selama 4 tahun dan belajar, mendukung dan mendoakan penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- Semua pihak yang penulis tidak bisa sebutkan namanya satu persatu yang telah banyak memberikan bantuan baik moril maupun materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata tak ada gading yang tak retak begitupun dengan Tugas Akhir ini penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk memperbaiki tugas akhir ini, agar menjadi lebih baik dan berguna bagi semua pihak.

Jakarta, September 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Lampiran	xvi

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Konsep Dasar Sistem Industri	6
2.2. Kualitas	8
2.2.1. Pengertian Kualiatas	8
2.2.2. Manfaat Kualitas.....	10
2.2.3. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas	10
2.3. Diagram Pareto	13
2.4. Histogram	13
2.5. Diaram Sebab Akibat.....	15
2.6. <i>Pie Chart</i>	16
2.7. <i>Total Productive Maintenance</i>	16
2.7.1. Sejarah <i>Total Productive Maintenance</i>	16
2.8. <i>Overall Equipment Effecti5eness</i>	19
2.8.1. Definisi <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	19
2.8.2. Tujuan <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	22
2.8.3. Pengukuran Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	23

2.8.4. Perhitungan Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .	24
2.8.5. <i>Six Big Losses</i>	26
2.8.6. Perhitungan Nilai <i>Six Big Losses</i>	29
2.9. Kosep Efektivitas	31
2.9.1. Pengertian Efektivitas	32
2.10. Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	32
2.10.1. Definisi Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	32
2.10.2. Tujuan Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	33
2.10.3. Jenis-Jenis Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	34
2.10.4. Tugas-Tugas atau Kegiatan-Kegiatan Pemeliharaan....	40
2.10.5. Konsep-Konsep Pemeliharaan	42
2.10.6. Strategi Pemeliharaan	43
2.11. Mesin <i>Curing</i>	43
2.12. Metode 5W+1H	44

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Studi Pendahuluan	48
3.2. Identifikasi Masalah.....	49
3.3. Rumusan Masalah.....	49
3.4. Tujuan Penelitian	50
3.5. Pengumpulan Data.....	50
3.6. Pengolahan Data	51
3.7. Analisis Masalah dan Pembahasan	51
3.8. Kesimpulan dan Saran	52

BAB I5 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Data Umum Perusahaan	53
4.1.1. Profil Perusahaan	53
4.1.2. Misi dan Kebijakan Perusahaan	55
4.1.3. Sejarah dan Perkembangan Perusahaan.....	56
4.1.4. Struktur Organisasi	59

4.1.5. <i>Job Description</i>	60
4.2. Produk Perusahaan	63
4.2.1. Proses Produksi <i>Flap</i>	67
4.3. Fasilitas Perusahaan.....	70
4.4. Ketenagakerjaan dan Kesejahteraan Karyawan	72
4.4.1. Tenaga Kerja.....	72
4.4.2. Waktu Kerja.....	73
4.4.3. Sistem Penggajian	73
4.5. Pengolahan Data	74
4.5.1. Data Produksi <i>Flap</i>	75
4.5.2. Perhitungan Nilai <i>A5ailability</i>	76
4.5.3. Perhitungan <i>Performance Efficiency</i>	80
4.5.4. Perhitungan <i>Rate of Quality Products</i>	82
4.5.5. Perhitungan Nilai OEE	83
4.5.6. Perhitungan <i>Six Big Losses</i>	85
4.5.7. Pengaruh <i>Six Big Losses</i>	94
4.5.8. Diagram <i>Fishbone</i>	97
4.6. Data Komponen Kritis.....	98
4.6.1. Data Waktu Kerusakan	100

BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE)	103
5.1.1. Analisis <i>A5ailability</i>	103
5.1.2. Analisis <i>Performance Efficiency</i>	104
5.1.3. Analisis <i>Rate of Quality Products</i>	105
5.1.4. Analisis OEE	106
5.1.5. Analisis <i>Six Big Losses</i>	107
5.1.6. Analisis Diagram <i>Fishbone</i>	108

5.1.7. Analisis Data Komponen Kritis	110
5.2. Usulan Tindakan Perbaikan	110
BAB 5I KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	112
6.2. Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

2.1.	Skema SistemProduksi.....	6
2.2.	Roda Deming dalam Industri Moderen.....	7
2.3.	Tampilan Output Diagram Pareto pada Minitab	13
2.4.	<i>Histogram</i>	15
2.5.	Diagram Sebab Akibat	15
2.6.	8 Pilar Pendekatan untuk Implementasi TPM.....	17
2.7.	Perhitungan OEE berdasarkan kerugian Besar	31
3.1.	Diagram Alir Penelitian	47
4.1.	Logo Perusahaan	53
4.2.	Lokasi PT Bridgestone Tire Indonesia	54
4.3.	Struktur Organisasi PT Bridgestone Tire Indonesia	59
4.4.	Produk <i>Tire</i>	65
4.5.	Produk <i>Flap</i>	66
4.6.	Hasil <i>Cutting Green Flap</i>	68
4.7.	<i>Flow Process Chart</i>	70
4.8.	<i>Pro5ing Ground</i> Indonesia.....	71
4.9.	Bridgestone Indonesia <i>Education Centre</i> (BINEC).....	71
4.10.	Loka Latihan Keterampilan Bridgestone (LLKBS).....	72
4.11.	Laboratorium dan Tempat Pengujian <i>Tire</i>	72
4.12.	Histogram Faktor <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Curing</i>	95
4.13.	Diagram Pareto Persentase Faktor <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Curing</i>	96
4.14.	Diagram Sebab Akibat (Fishbone) <i>Reduced Spedd Loss</i>	97
4.15.	Diagram Sebab Akibat (Fishbone) <i>Rework Loss</i>	98
4.16.	Histogram Komponen Mesin <i>Curing</i>	99
5.1.	Grafik <i>A5ailability</i> mesin <i>Curing</i>	104
5.2.	Grafik <i>Performance Efficiency</i> mesin <i>Curing</i>	105
5.3.	Grafik <i>Rate of Quality Products</i> mesin <i>Curing</i>	106
5.4.	Grafik <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	106
5.5.	Grafik <i>Six Big Losses</i>	108

DAFTAR TABEL

2.1.	<i>Losses</i> dalam TPM	18
2.2.	Nilai OEE berdasarkan <i>World Class</i>	24
2.3.	Contoh-Contoh Kejadian Pada <i>Six Big Losses</i>	28
2.4.	Penggunaan Metode 5W+1H untuk pengembangan Rencana Perbaikan	44
3.1.	Posisi Penelitian	48
4.1.	Sejarah dan Perkembangan PT Bridgestone Indonesia	56
4.2.	<i>Job Description</i> PT Bridgestone Indonesia.....	60
4.3.	Jam kerja Sistem <i>Shift</i>	73
4.4.	Data Produksi, <i>Flap</i> Bulan Januari-Desember 2015.....	75
4.5.	Data <i>Available Time</i> Bulan Agustus 2014-Juli 2015	76
4.6.	Data <i>Loading Time</i> Bulan Januari-Desember 2015	77
4.7.	Perhitungan <i>Downtime</i> Bulan Januari-Desember 2015	78
4.8.	Perhitungan <i>Availability</i> Bulan Januari-Desember 2015	79
4.9.	Perhitungan <i>Operation Time</i> Bulan Januari-Desember 2015	80
4.10.	Perhitungan <i>Performance Efficiency</i> Bulan Januari 2015- Desember 2015.....	81
4.11.	Perhitungan <i>Rate of QualityProducts</i> Bulan Januari- Desember 2015	83
4.12.	Nilai OEE berdasarkan Standar JIPM.....	83
4.13.	Perhitungan OEE bulan Januari-Desember 2015.....	84
4.14.	Perhitungan Persentase <i>Equipment Failure</i> Januari- Desember 2015	86
4.15.	Perhitungan Persentase <i>Set-up and Adjustment</i> Bulan Januari- Desember 2015	88
4.16.	Perhitungan Persentase <i>idling and Minor Stoppages</i> Bulan Januari- Desember 2015	89

4.17.	Perhitungan Persentase <i>Reduced Speed Losses</i> Bulan Agustus-Desember 2015	91
4.18.	Perhitungan Persentase <i>Rework Losses</i> Bulan Januari-Desember 2015.....	92
4.19.	Perhitungan Persentase <i>Yield/Scrap Loss</i> Bulan Januari-Desember 2015.....	94
4.20.	Persentase Faktor <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Curing</i>	95
4.21.	Pengurutan Persentase Faktor <i>Six Big Losses</i> Mesin <i>Curing</i>	96
4.22.	Nama Komponen dan Jumlah Kerusakannya Pada Januari-Desember 2015	98
4.23.	Data <i>Time to Repair</i> dan <i>Time to Failure</i> Komponen <i>Hose</i>	100
4.24.	Data <i>Time to Repair</i> dan <i>Time to Failure</i> Komponen <i>Nedle Spring</i>	101
4.25.	Data <i>Time to Repair</i> dan <i>Time to Failure</i> Komponen <i>Neples</i>	102
5.1.	Penyebab Terjadinya <i>Reduced Speed Loss</i>	108
5.2.	Penyebab Terjadinya <i>Rework Loss</i>	109
5.3.	Usulan Tindakan Perbaikan.....	111

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Data Waktu Tersedia Mesin *Curing*

Lampiran B. Data *Planned Downtime* Mesin *Curing*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam era globalisasi, persaingan industri manufaktur di dunia akan semakin kompetitif. Adanya dukungan oleh perkembangan teknologi yang semakin canggih, dibutuhkan kinerja yang cepat dan berkualitas dalam menghasilkan suatu produk. Oleh karena itu, perusahaan harus berupaya menyediakan sarana dan prasarana untuk dapat membantu terciptanya perbaikan pada industri manufaktur.

PT Bridgestone adalah sebuah perusahaan multi nasional yang beroperasi dalam bidang industri kimia dasar dengan produksinya adalah ban luar (*tire*), ban dalam (*tube*) dan lidah ban (*flap*) yang digunakan pada kendaraan roda empat atau lebih. Berdiri sejak tahun 1973 hingga saat ini, merupakan waktu yang sangat panjang dan merupakan bukti bahwa perusahaan ini mampu bertahan dalam derasnya persaingan industri manufaktur sejenis. Dengan begitu banyak mesin dan alat produksi yang digunakan sebagai penunjang proses berjalannya produksi, membuat perusahaan ini cermat untuk mempertahankan produktifitas, mempertahankan performa alat produksi dan meningkatkan standar pemeliharaannya sehingga mampu menghadapi tantangan teknologi agar dapat meningkatkan daya saing ditengah maraknya kompetisi produk sejenis baik di dalam maupun luar negeri.

Seiring dengan berjalannya waktu operasioanal yang sudah cukup lama pada perusahaan ini, beberapa mesin dan peralatan produksi yang ada tidak luput dari masalah penurunan performa mesin, penurunan fungsi *safety*, tingginya frekuensi kerusakan hingga potensi hilangnya efisiensi. Penurunan performa mesin berpengaruh pada *finished good* yang dihasilkan sehingga berpotensi pada menurunnya kapasitas produksi perusahaan. Oleh karena itu, dengan pemahaman betapa pentingnya melakukan perbaikan untuk mengembalikan performa mesin atau peralatan produksi dalam kondisi yang optimal, maka penulis terdorong melakukan suatu penelitian untuk mengurangi kerusakan mesin yang terjadi

maupun menurunkan frekuensi kerusakan pada mesin-mesin yang sudah melewati umur pakainya. Diperlukan suatu metode yang mampu mengungkapkan permasalahan dengan jelas agar dapat melakukan peningkatan kinerja mesin dan peralatan dengan optimal. Untuk menjaga kondisi mesin tersebut agar tidak mengalami kerusakannya ataupun paling tidak untuk mengurangi jenis waktu kerusakannya, sehingga proses produksi tidak terlalu lama berhenti, maka dibutuhkan sistem perawatan dan pemeliharaan mesin atau peralatan yang baik dan tepat sehingga hasilnya dapat meningkatkan efektivitas mesin atau peralatan dan kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dapat dihindarkan.

Berbagai upaya dilakukan perusahaan untuk meningkatkan kemampuan mesin produksi seperti tindakan perawatan dan lain-lain. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang merupakan bagian dari *Total Productive Maintenance* (TPM). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengukur dan mengetahui kinerja mesin/ peralatan. Dengan perhitungan OEE akan didapatkan suatu nilai yang kemudian dianalisis dengan mengamati tiga faktor utama yaitu *availability*, *performance* dan *quality* untuk mendapatkan penyebab permasalahan dan menentukan tindakan untuk memperbaikinya.

Dengan adanya analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada PT Bridgestone diharapkan perusahaan mampu meningkatkan produktivitas dan mengurangi *downtime* pada mesin, selain itu dalam jangka panjang perusahaan akan mengeluarkan biaya yang minimal untuk kepentingan perawatan mesin dan pembelian peralatan pendukung lainnya.

1.2. Perumusan masalah

Sehubungan latar belakang permasalahan diatas masalah pokok yang menjadi fokus pembahasan dalam penelitian ini adalah masih rendahnya efektivitas penggunaan mesin/ peralatan dikarenakan ketidakmampuan dalam pengelolaan perawatan yang tepat, sehingga perlu dilakukan pengelolaan perawatan secara tepat, sehingga perlu dilakukan pengidentifikasian terhadap faktor-faktor dominan dan kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dan melakukan analisa

terhadap penyebab besarnya kontribusi faktor-faktor tersebut sehingga dapat menjadi masukan dalam analisis yang efektif di lingkungan perusahaan. Masalah-masalah yang diteliti meliputi:

- a. Berapa besar nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *curing* ?
- b. Berapa besar nilai *Six Big Losses* sehingga mempengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness* menjadi rendah?
- c. Bagaimana usulan untuk meningkatkan efektivitas pada mesin *curing* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang telah dilakukan adalah meminimalisir *downtime* pada mesin *curing* sehingga dapat mengurangi kerusakan pada mesin tersebut, hal ini dapat dicapai dengan cara:

- a. Mendapatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *curing*.
- b. Mendapatkan nilai *Six Big Losses* sehingga mengetahui penyebab (*Overall Equipment Effectiveness*) OEE rendah.
- c. Memberikan usulan perbaikan OEE untuk meningkatkan efektivitas mesin *curing*

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diberikan beberapa batasan masalah, yaitu:

1. Penelitian dilakukan di PT Bridgestone Tire Indonesia Bekasi
2. Penelitian dilakukan pada mesin *curing*
3. Data historis mesin yang digunakan merupakan data historis mesin pada bulan Januari 2015 sampai Desember 2015
4. Komponen mesin yang diamati adalah komponen mesin yang memiliki *downtime* terbesar pada mesin kritis yang dianggap mewakili komponen lainnya
5. Tidak memperhitungkan dan membahas masalah biaya perawatan mesin.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang terkait, manfaat yang diharapkan antara lain:

1. Bagi perusahaan, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi perusahaan dengan cara mengurangi *downtime* pada mesin produksi.
2. Bagi mahasiswa, dapat menambah pengetahuan, wawasan mengenai pengetahuan mengenai analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada perusahaan serta faktor-faktor yang mendukung perbaikan mesin produksi seperti fungsi keandalan, fungsi distribusi kumulatif, fungsi kepadatan peluang, fungsi laju kerusakan dan lain-lain
3. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi untuk melakukan penelitian selanjutnya secara lebih mendalam.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika tersebut adalah sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian, serta Sistematika Penulisan.

BAB II: LANDASAN TEORI

Landasan teori ini berisi teori-teori dan prinsip-prinsip yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas yang digunakan sebagai acuan dalam mengolah, menganalisis, dan menarik kesimpulan sehubungan dengan masalah yang ada.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan bagian yang menguraikan langkah-langkah ilmiah yang ditempuh dalam penelitian.

BAB IV: PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Tahap ini berisi data-data yang dikumpulkan melalui pengamatan langsung atau diberikan oleh pihak perusahaan. Data-data yang dikumpulkan terdiri dari data umum perusahaan dan data produksi. Data umum perusahaan terdiri dari sejarah perusahaan, produk yang dihasilkan, struktur organisasi, dan proses produksi, sedangkan data yang digunakan untuk analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ialah data waktu *breakdown* mesin, data-data komponen mesin kritis, data waktu *setup and adjustment* mesin, dan data total produksi.

BAB V: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini akan dilakukan analisis data yang telah dikumpulkan dan diolah untuk mendapatkan solusi pemecahan.

BAB VI: KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini berisi kesimpulan berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan sebagai masukan bagi pihak perusahaan yang dapat dipertimbangkan dan berguna untuk meminimalisir kerusakan pada mesin atau peralatan dan meningkatkan produktivitas pada mesin atau peralatan di bagian produksi.

BAB II

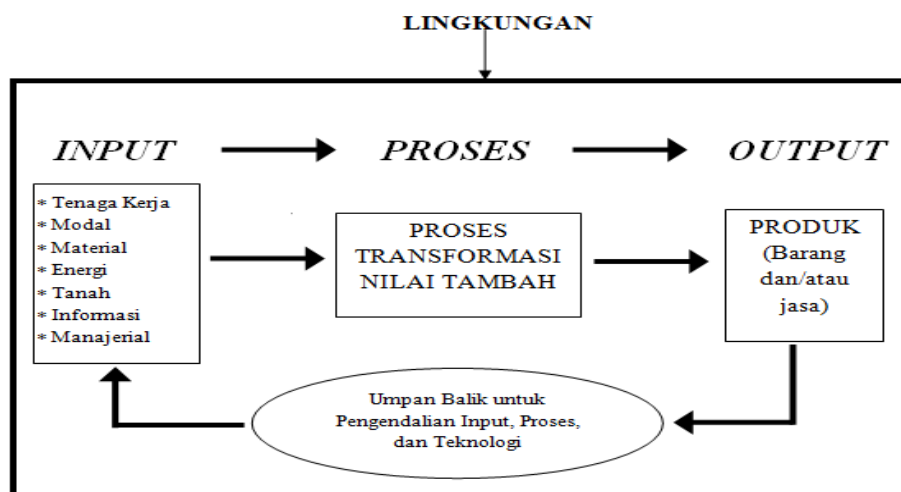
LANDASAN TEORI

2.1. Konsep Dasar Sistem Industri

Dalam dunia industri setiap perusahaan mengalami persaingan dalam bisnis. Persaingan yang semakin besar tersebut menyebabkan setiap perusahaan berusaha untuk menjaga kualitas kepada pelanggannya, untuk itu perlu adanya pemahaman dan keputusan terhadap kebutuhan dan keinginan pelanggan. Proses industri dipandang sebagai suatu perbaikan terus-menerus (*Continuous Improvement*) yang dimulai dari siklus sejak adanya ide untuk menghasilkan suatu produk, proses produksi, sampai pada distribusi kepada konsumen. Berdasarkan informasi sebagai umpan-balik yang dikumpulkan dari konsumen dapat mengembangkan ide-ide untuk menciptakan produk baru atau memperbaiki produk lama beserta proses produksi yang ada saat ini.

Sistem produksi memiliki komponen atau elemen struktural dan fungsional yang berperan penting menunjang kontinuitas operasional sistem produksi. Komponen atau elemen struktural yang membentuk sistem produksi terdiri dari bahan (material), mesin dan peralatan, tenaga kerja, modal, energi, informasi, tanah, dll.

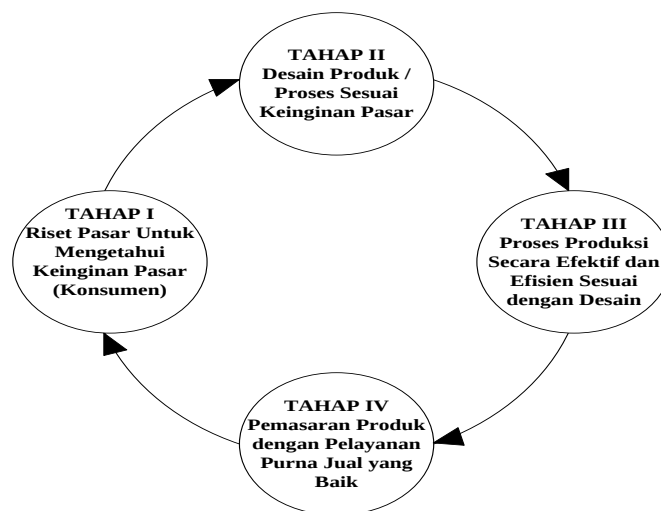
Skema sistem produksi dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.1. dibawah ini :



Gambar 2.1. Skema Sistem Produksi
(Sumber : Gaspersz, 1998)

Dari Gambar 2.1. tampak bahwa elemen-elemen utama dalam sistem produksi adalah : *input*, *proses*, *output*, serta adanya suatu mekanisme umpan balik untuk pengendalian sistem produksi itu agar mampu meningkatkan perbaikan terus-menerus (*continous improvement*).

Dr. W. Edwards Deming, seorang ahli fisika dari Amerika Serikat, memperkenalkan suatu diagram yang memandang industri sebagai suatu perbaikan performansi bisnis modern harus mencakup keseluruhan sistem industri dari kedatangan material sampai kepada konsumen dan desain ulang produk (barang dan/atau jasa) untuk masa mendatang. Konsep sistem industri yang dikemukakan oleh Deming selanjutnya populer dengan nama "Roda Deming (*Deming's Wheel*), seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2. dibawah ini :



Gambar 2.2. Roda Deming dalam Industri Modern
(Sumber : Gaspersz, 1998)

Dari Gambar 2.2. tampak bahwa Roda Deming terdiri dari empat komponen utama, yaitu : riset pasar, desain produk, proses produksi dan pemasaran. Deming menekankan pentingnya interaksi tetap antara riset pasar, desain produk, proses produksi, dan pemasaran, agar perusahaan industri mampu menghasilkan produk dengan harga kompetitif dan kualitas yang lebih baik sehingga memuaskan pelanggan. Deming menjelaskan bahwa Roda itu harus dijalankan atas dasar pengertian dan tanggungjawab bersama untuk mengutamakan efisiensi industri dan peningkatan kualitas.

Berdasarkan informasi tentang keinginan konsumen yang diperoleh dari riset pasar yang komperhensif, selanjutnya desain produk sesuai dengan keinginan pasar. Dalam desain produk telah menetapkan spesifikasi yang harus diikuti oleh bagian produksi. Pada bagian produksi harus meningkatkan efisiensi dari proses dan kualitas produk agar diperoleh produk sesuai keinginan pasar. Dari proses produksi yang efisien dan berkualitas, selanjutnya didistribusikan ke konsumen dengan harga yang kompetitif. Untuk menghadapi persaingan yang semakin meningkat, perusahaan dituntut untuk selalu melakukan perbaikan secara terus-menerus (*Continous Improvement*) menggunakan manajemen kualitas total (*Total Quality management*).

2.2. Kualitas

2.2.1. Pengertian Kualitas

Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi dan melebihi harapan. Kualitas selalu berfokus kepada pelanggan sehingga produk-produk didesain, diproduksi, serta pelayanan diberikan untuk memenuhi keinginan pelanggan. Karena kualitas yang akan menentukan kepuasan pelanggan, suatu produk yang dihasilkan baru dapat dikatakan berkualitas apabila sesuai dengan keinginan pelanggan, dapat dimanfaatkan dengan baik, serta diproduksi dengan cara yang benar (Ariani, 2004). Kualitas adalah atribut dari suatu produk yang harus dimiliki sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan oleh keinginan konsumen. Jadi secara garis besar yang dimaksudkan dengan kualitas atau mutu suatu produk atau jasa adalah derajat/tingkatan keseluruhan ciri atau karakteristik produk atau jasa dalam tujuannya untuk memenuhi dan memuaskan kebutuhan dan harapan pelanggan (*fitness for use* atau *tailor mode*).

Adapun delapan dimensi kualitas yang dikembangkan Garvin yang dikutip oleh Tjiptono, (2001) dapat digunakan sebagai kerangka perencanaan strategis dan analisis terutama untuk produk manufaktur, antara lain :

- 1) Kinerja (*performance*), yaitu karakteristik operasi pokok dari produk inti.

- 2) Ciri-ciri atau keistimewaan tambahan (*features*), yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.
- 3) Keandalan (*reliability*), yaitu kepercayaan pelanggan terhadap produk karena keandalannya atau karena kemungkinan kerusakan yang rendah.
- 4) Kesesuaian dengan spesifikasi (*conformance*), yaitu kesesuaian produk dengan syarat atau ukuran tertentu atau sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan.
- 5) *Daya tahan (durability)*, yaitu tingkat ketahanan /awet produk atau lama umur produk.
- 6) *Serviceability*, yaitu kemudahan produk itu bila akan diperbaiki atau kemudahan memperoleh komponen produk tersebut.
- 7) Estetika (*aesthetic*), yaitu keindahan atau daya tarik produk.
- 8) Kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*), yaitu fanatisme konsumen akan merek suatu produk tertentu karena citra atau reputasi produk itu sendiri.

Kualitas memiliki banyak definisi yang dikemukakan oleh para ahli yang dikutip oleh Gazpersz (1997). Secara garis besar kualitas bertujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Berikut ini merupakan definisi kualitas menurut beberapa ahli, antara lain :

1. Deming (1982) : “kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan masa mendatang”.
2. Juran (1962) : “kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya”.
3. Crosby (1979) : “kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reliability, maintainability, dan effectiveness*”.
4. Feigenbaum (1991) : “kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture, dan maintenance*. Dimana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan”.
5. Scherkenbach (1991) : “kualitas ditentukan oleh pelanggan, pelanggan menginginkan produk dan jasa yang sesuai kebutuhan dan harapannya pada suatu tingkat harga tertentu yang menunjukkan nilai produk tersebut”.

6. Elliot (1993) : “kualitas adalah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tempat, atau dikatakan sesuai dengan tujuan”.
7. Goetch dan Davis (1995) : ”kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan, orang, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan”.
8. Perbendaharaan istilah ISO 8402 dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991) : “kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar”.

2.2.2. Manfaat Kualitas

Perusahaan perlu melakukan tindakan agar dapat menjaga konsistensi kualitas agar dapat berkembang dan bertahan hidup. Salah satu cara yaitu dengan melakukan pengendalian kualitas. Manfaat dari pengendalian kualitas tersebut yaitu :

1. Suatu struktur dari sistem yang dapat menyelesaikan hasil produksi yang ada dengan perbaikan hasil produk dan pelayanan yang diberikan.
2. Suatu sistem yang terus-menerus mengevaluasi dan memodifikasi kebutuhan pelanggan.
3. Dapat memperbaiki produktivitas, mengurangi *scrap*, dan pengerjaan ulang.
4. Adanya pengurangan produk cacat sehingga mengakibatkan turunnya biaya produksi.

2.2.3. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Kualitas produk secara langsung dipengaruhi tujuh bidang dasar :

1. *Money* (Uang)

Biaya-biaya kualitas yang dikaitkan dengan pemeliharaan dan perbaikan kualitas telah mencapai tingkat biaya yang harus diperhatikan oleh para manajer sebagai salah satu dari titik lunak tempat biaya operasi dan kerugian dapat diturunkan untuk memperbaiki laba.

2. *Man* (Manusia)

Pertumbuhan yang cepat dalam pengetahuan teknis dan penciptaan produk baru seperti elektronika komputer telah menciptakan suatu permintaan yang besar akan pekerja atau operator dengan pengetahuan khusus. Spesialisasi telah menjadi penting karena bidang-bidang pengetahuan bertambah tidak hanya dalam jumlah tetap, bahkan dalam luasnya.

3. *Machine* (Mesin)

Permintaan perusahaan untuk mencapai penurunan biaya telah mendorong penggunaan perlengkapan pabrik. Kualitas yang baik menjadi sebuah faktor yang kritis dalam memelihara waktu kerja mesin agar fasilitasnya dapat dimanfaatkan sepenuhnya.

4. *Material* (Bahan)

Disebabkan oleh biaya produksi dan persyaratan kualitas, para ahli teknik memiliki pengetahuan bahan yang lebih mendalam sehingga adanya batasan yang lebih ketat dari pada sebelumnya. Akibatnya spesifikasi bahan menjadi lebih ketat dan keanekaragaman bahan menjadi lebih besar.

5. *Management* (Manajemen)

Tanggung jawab kualitas telah didistribusikan antara beberapa kelompok khusus dimana bagian *quality assurance* mempunyai tanggung jawab atas kualitas suatu produk. Agar kualitas suatu produk bagus maka harus ada koordinasi yang jelas antara seluruh tingkatan manajemen perusahaan.

6. *Market* (Pasar)

Jumlah produk yang ditawarkan di pasar terus bertambah pesat, hal ini mengakibatkan konsumen akan lebih hati-hati dalam menggunakan dan membeli suatu produk. Menjadi tantangan perusahaan untuk meningkatkan kualitas produk agar produk yang ditawarkan diterima oleh pasar.

7. *Information* (Informasi)

Teknologi informasi ini telah menyediakan cara untuk mengendalikan mesin dan proses selama pembuatan produk dan mengembalikan produk hingga sampai ke

tangan pelanggan. Revolusi teknologi komputer yang cepat telah membuka kemungkinan untuk dapat menyimpan, mengumpulkan dan mengambil serta memanipulasi informasi pada suatu skala yang tidak terbayangkan sebelumnya.

2.3. Diagram Pareto

Diagram Pareto pertama kali diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Alfredo Pareto (1848-1923). Diagram Pareto ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (urutan tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (urutan terendah). Diagram Pareto menurut Mitra (1993) yang dikutip oleh Ariani (2003), juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan memberikan petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah.

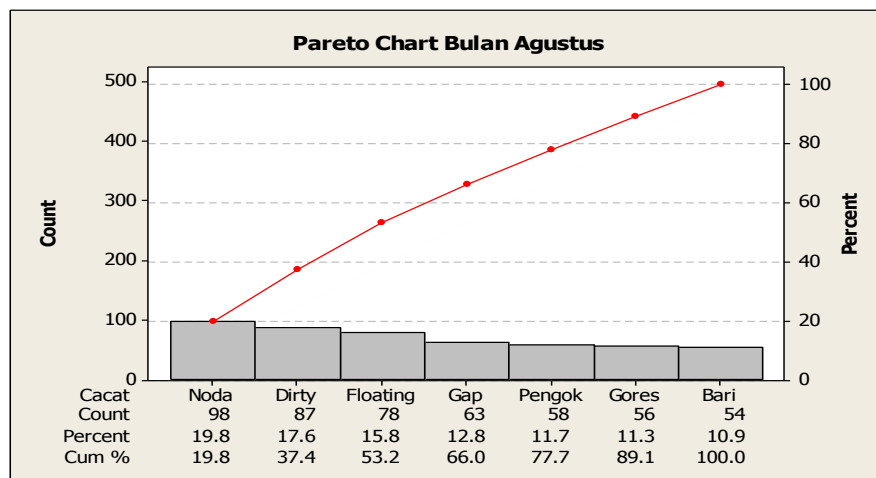
Pada dasarnya diagram Pareto dapat digunakan sebagai alat interpretasi untuk:

1. Menentukan frekuensi relatif dan urutan pentingnya masalah-masalah atau penyebab-penyebab terjadinya masalah yang ada.
2. Memfokuskan perhatian pada isu-isu penting melalui pembuatan urutan kepentingan terhadap masalah-masalah atau penyebab-penyebab dari masalah itu dalam bentuk yang signifikan.

Selain itu, Diagram Pareto juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses sebelum dan proses sesudah diambil tindakan perbaikan terhadap proses tersebut. Penyusunan Diagram Pareto sangat sederhana. Menurut Mitra (1993) yang dikutip oleh Ariani (2003), proses penyusunan Diagram Pareto meliputi enam langkah, yaitu:

1. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik-karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit, dan sebagainya.
3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.

4. Merangkum data dan membuat urutan kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.
5. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
6. Menggambar diagram batang, menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing masalah dan mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapat perhatian.



Gambar 2.3. Tampilan *Output Data* dalam Pembuatan Diagram Pareto pada Minitab

2.4. Histogram

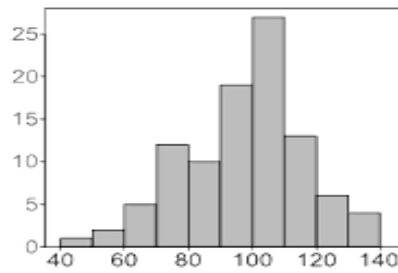
Histogram adalah perangkat grafis yang menunjukkan distribusi, sebaran, dan bentuk pola data dari proses. Jika data yang terkumpul menunjukkan bahwa proses tersebut stabil dan dapat diprediksi, kemudian histogram dapat pula digunakan untuk menunjukkan kemampuan batasan proses. Dikenal juga sebagai grafik distribusi frekuensi, salah satu jenis grafik batang yang digunakan untuk menganalisa mutu dari sekelompok data (hasil produksi), dengan menampilkan nilai tengah sebagai standar mutu produk dan distribusi atau penyebaran datanya. Meski sekelompok data memiliki standar mutu yang sama, tetapi bila penyebaran data semakin melebar ke kiri atau ke kanan, maka dapat dikatakan bahwa mutu hasil produksi pada kelompok tersebut kurang bermutu, sebaliknya, semakin sempit sebaran data pada kiri dan kanan nilai tengah, maka hasil produksi dapat dikatakan lebih bermutu, karena mendekati spesifikasi yang telah ditetapkan.

Dari berbagai penjelasan tentang histogram, diperoleh beberapa catatan terkait histogram, yakni:

1. Merupakan penyajian data frekuensi yang diubah menjadi diagram batang.
2. Histogram menjelaskan variasi proses, namun belum mengurutkan rangking dari variasi terbesar sampai dengan yang terkecil.
3. Histogram juga menunjukkan kemampuan proses, dan apabila memungkinkan histogram dapat menunjukkan hubungan dengan spesifikasi proses dan angka-angka nominal, misalnya rata-rata.
4. Dalam histogram, garis vertikal menunjukkan banyaknya observasi tiap-tiap kelas.
5. Untuk menggambarkan histogram dipakai sumbu mendatar yang menyatakan batas-batas kelas interval dan sumbu tegak yang menyatakan frekuensi absolute atau frekuensi relatif.

Melalui gambar Histogram yang ditampilkan, akan dapat diprediksi hal-hal sebagai berikut:

1. Bila bentuk Histogram pada sisi kiri dan kanan dari kelas yang tertinggi berbentuk simetri, maka dapat diprediksi bahwa proses berjalan konsisten, artinya seluruh faktor-faktor dalam proses memenuhi syarat-syarat yang ditentukan.
2. Bila Histogram berbentuk sisir, kemungkinan yang terjadi adalah ketidaktepatan dalam pengukuran atau pembulatan nilai data, sehingga berpengaruh pada penetapan batas-batas kelas.
3. Bila sebaran data melampaui batas-batas spesifikasi, maka dapat dikatakan bahwa ada bagian dari hasil produk yang tidak memenuhi spesifikasi mutu. Tetapi sebaliknya, bila sebaran data ternyata berada di dalam batas-batas spesifikasi, maka hasil produk sudah memenuhi spesifikasi mutu yang ditetapkan. Secara umum, histogram biasa digunakan untuk memantau pengembangan produk baru, penggunaan alat atau teknologi produksi yang baru dan lain sebagainya.



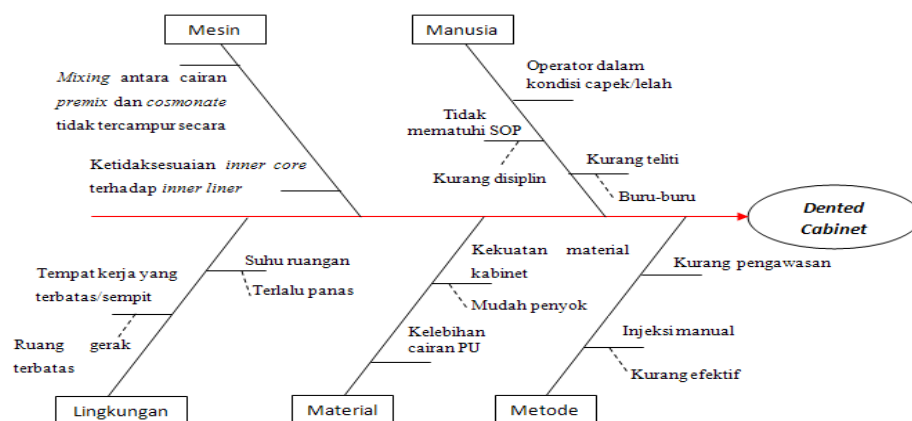
Gambar 2.4 Histogram
(Sumber : Ishikawa, 1989)

2.5. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*, Ishikawa)

Diagram Sebab Akibat adalah diagram yang mencari sebab-sebab dari suatu penyimpangan yang terjadi. Diagram ini digunakan untuk menganalisis persoalan dan faktor yang menimbulkan persoalan tersebut. Diagram Sebab Akibat sering juga disebut *Ishikawa Diagram* karena pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa dari universitas Tokyo pada tahun 1943. Pada dasarnya diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan seperti:

- Untuk menyimpulkan sebab-sebab variasi dalam proses.
- Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari masalah.
- Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi masalah.
- Untuk memberikan petunjuk mengenai macam-macam data yang dikumpulkan.
- Membantu dalam penyelidikan fakta lebih lanjut.

Contoh dari Diagram *Fishbone* dapat dilihat pada gambar :



Gambar 2.5. Diagram Sebab Akibat
(Sumber: Ishikawa, 1988)

2.6. Pie Chart

Pie Chart merupakan grafik yang menggambarkan proporsi dari masing-masing data yang diwujudkan dalam lingkaran. Dari diagram ini dapat diketahui perbandingan proporsi suatu data terhadap populasi yang diambil (Santosa, 1994).

2.7. Total Productive Maintenance

2.7.1. Sejarah Total Productive Maintenance

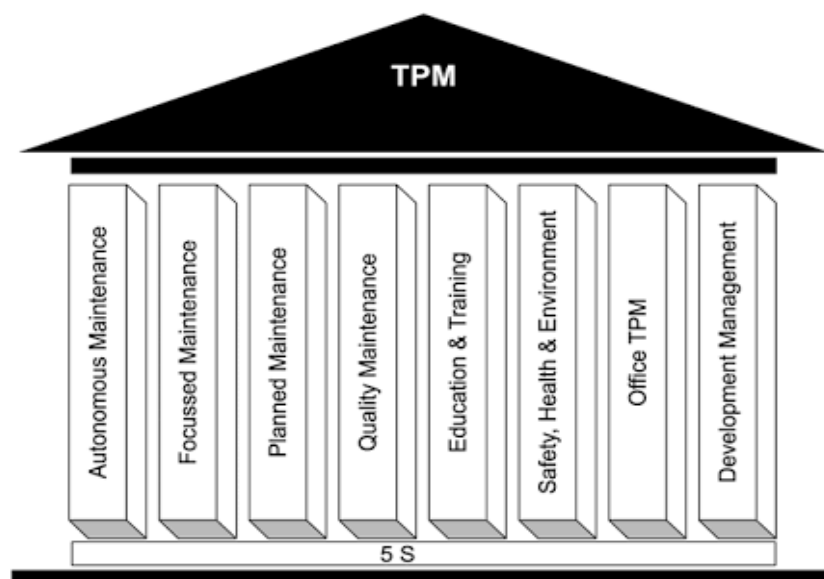
Total Productive Maintenance adalah konsep Jepang yang inovatif. Asal usul TPM dapat ditelusuri kembali ke tahun 1951 ketika pemeliharaan *preventif* diperkenalkan di Jepang, namun konsep pemeliharaan *preventif* diambil dari Amerika Serikat. Nippondenso (bagian dari Toyota) adalah perusahaan pertama yang memperkenalkan pemeliharaan tanaman *preventif* lebar pada tahun 1960. Pemeliharaan pencegahan adalah dimana konsep, operator memproduksi barang menggunakan mesin dan kelompok pemeliharaan didedikasikan dengan pekerjaan pemeliharaan mesin-mesin, namun dengan adanya otomatisasi Nippondenso, pemeliharaan menjadi masalah karena personil pemeliharaan yang lebih dibutuhkan. Jadi manajemen memutuskan bahwa pemeliharaan rutin peralatan akan dilakukan oleh operator. (ini adalah pemeliharaan otonom, salah satu fitur dari TPM).

Nippondenso yang sudah diikuti pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) juga menambahkan pemeliharaan otonom dilakukan oleh operator produksi. Awak pemeliharaan pergi dalam memodifikasi peralatan untuk meningkatkan kehandalan. Modifikasi yang dibuat atau dimasukkan dalam peralatan baru, hal ini mengarah pada pemeliharaan pencegahan (*preventive*). Dengan demikian pemeliharaan pencegahan (*preventive*) bersama dengan perbaikan perawatan (*maintainability*) melahirkan pemeliharaan produktif. Tujuan dari pemeliharaan produktif adalah untuk memaksimalkan pabrik dan efektivitas peralatan untuk mencapai hidup biaya siklus optimum peralatan produksi.

Pada saat itu Nippondenso telah membuat lingkaran kualitas, yang melibatkan partisipasi karyawan. Jadi semua karyawan mengambil bagian dalam melaksanakan pemeliharaan produktif. Berdasarkan Nippondenso perkembangan

dianugerahi hadiah perusahaan yang dibedakan untuk mengembangkan dan menerapkan TPM, oleh Institut Insinyur perusahaan Jepang (JIPE). Jadi Nippondenso dari kelompok Toyota menjadi perusahaan pertama yang mendapatkan sertifikasi TPM.

TPM merupakan bentuk kerjasama yang baik antara bagian pemeliharaan dan produksi dalam organisasi untuk meningkatkan kualitas produk, mengurangi pemborosan (*waste*), mengurangi biaya manufaktur, meningkatkan ketersediaan (*availability*) peralatan, serta meningkatkan kondisi pemeliharaan perusahaan. TPM adalah sebuah pendekatan daur hidup (*life cycle*) yang terintegrasi dengan pemeliharaan pabrik. TPM dapat dimanfaatkan dengan efektif oleh organisasi untuk mengembangkan keterlibatan pekerja pada setiap langkah proses manufaktur dan pemeliharaan fasilitas untuk lebih mengefektifkan aliran produksi (*production flow*), meningkatkan kualitas produk dan mengurangi biaya operasi. Keterlibatan pekerja secara total, pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*) oleh operator, aktivitas-aktivitas kelompok kecil untuk meningkatkan kehandalan (*reliability*), kemudahan untuk dipelihara (*maintainability*), produktivitas peralatan serta perbaikan berkesinambungan (*kaizen*) merupakan prinsip-prinsip yang tercakup dalam TPM (Borris, 2006).



Gambar 2.6 8 Pilar Pendekatan untuk Implementasi TPM
(Ansori, 2013)

TPM telah dilukiskan sebagai satu strategi pabrikasi yang berisikan dari langkah berikut (Nakajima, 1988):

1. Memaksimalkan efektivitas alat-alat perlengkapan melalui optimasi dari availibilitas alat-alat perlengkapan, kinerja, efisiensi mutu dan produk.
2. Menciptakan strategi pemeliharaan pencegahan untuk jalankhidupan dari seluruh alat-alat perlengkapan
3. Meliputi semua departemen seperti perencanaan, operator dan departemen pemeliharaan
4. Melibatkan semua anggota yang teroganisir dari mulai manajemen teratas sampai ke lantai pekerja.
5. Meningkatkan pemeliharaan melalui otonomi aktivitas grup kecil.

Sebagai salah satu pilar kegiatan TPM, *Kaizen* mengejar peralatan yang efisien, operator dan material dan pemanfaatan energi, yaitu eksterm produktivitas dan bertujuan untuk mencapai efek substansial. Kegiatan *kaizen* mencoba untuk benar-benar menghilangkan 16 kerugian (*losses*) (Venkatest, 2007). Jenis-jenis kerugian (*losses*) tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1. berikut:

Tabel 2.1. *Losses* dalam TPM

<i>Loss</i>	<i>Category</i>
1. <i>Failure Losses-breakdown loss</i> 2. <i>Setup/adjustment losses</i> 3. <i>Cutting blade losses</i> 4. <i>Start up loss</i> 5. <i>Minor stoppage/idling loss</i> 6. <i>Speed loss-operating at low speeds</i> 7. <i>Defect/rework loss</i> 8. <i>Schedule downtime loss</i>	<i>Loss that impede equipment efficiency</i>
1. <i>Management loss</i> 2. <i>Operating motion loss</i> 3. <i>Line organization loss</i> 4. <i>Logistic loss</i>	<i>Losses that impede human work efficiency</i>
1. <i>Energy loss</i> 2. <i>Die, jig and tol breakage loss</i> 3. <i>Yield loss</i>	<i>Losses that impede effective use of production resource</i>

Sumber: Venkatest, 2007

2.8. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

TPM merupakan sistem manajemen dalam perawatan, peralatan, mesin, *utility* dengan sasaran tercapainya *zero breakdown*, *zero defect* dan *zero accident*. *Zero breakdown* berarti peralatan tidak pernah rusak, *zero defect* berarti tidak ada produk yang rusak saat dibuat, dan *zero accident* berarti tidak adanya kecelakaan kerja yang mengakibatkan luka pada manusia maupun kerusakan alat/ mesin.

Di TPM ada parameter yaitu *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang mencakup tiga faktor yaitu mutu produk (*quality*), ketersediaan/lamanya mesin bisa dipakai (*availability*), dan kinerja dari mesin dalam menghasilkan produk (*performance*). Dengan mengetahui nilai dari OEE maka akan banyak manfaat yang bisa diperoleh, misalnya:

- a. Menjadi dasar pertimbangan apakah sudah perlu membeli mesin baru atau tidak.
- b. Menjadi patokan kecepatan mesin yang kita tuntut.
- c. Menghindari pembelian mesin dan komponen yang tidak tepat.
- d. Saat mesin baru yang dibeli sedang *commisioning*, maka data OEE bisa menjadi patokan apakah mesin itu sudah sesuai dengan permintaan.
- e. Mengetahui apakah produktivitas di pabrik sudah optimal atau belum.
- f. Sebagai sarana untuk *improvement*.

2.8.1. Definisi Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah total pengukuran terhadap performansi (*performance*) yang berhubungan dengan ketersediaan (*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.

Dengan konteks ini OEE dapat dianggap sebagai proses yang mengkombinasikan antara manajemen operasi dan pemeliharaan peralatan serta sumber daya. *Total Productive Maintenance (TPM)* memiliki dua tujuan yaitu tanpa interupsi

kerusakan mesin (*zero breakdowns*) dan tanpa kerusakan produk (*zero defects*). Dengan pengurangan kedua hal tersebut diatas, tingkat penggunaan peralatan operasi akan meningkat, biaya dan persediaan akan berkurang dan selanjutnya produktivitas karyawan juga akan meningkat. Tentu saja dibutuhkan proses untuk mencapai hal tersebut bahkan membutuhkan waktu yang menurut Nakajima berkisar tiga tahun tergantung besarnya perusahaan. Sebagai langkah awal, perusahaan perlu untuk menetapkan anggaran untuk perbaikan kondisi mesin, melatih karyawan mengenai peralatan dan permesinan. Biaya aktual tergantung pada kualitas awal peralatan dan permesinan. Biaya aktual tergantung pada kualitas awal peralatan dan keahlian dari staf pemeliharaan. Begitu produktivitas meningkat tentu saja semua biaya ini akan tertutupi dengan cepat.

Untuk mencapai efektivitas peralatan keseluruhan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), maka langkah pertama yaitu fokus untuk menghilangkan enam kerugian utama (*six big losses*) yang dibagi dalam tiga kategori yang merupakan penghalang terhadap efektivitas peralatan, adapun kerugian (*losses*) tersebut adalah:

1. *Downtime*

- a. Kerusakan alat (*equipment failure/breakdown losses*)

Equipment failure merupakan perbaikan peralatan yang belum dijadwalkan sebelumnya dimana waktu yang terserap oleh kerugian ini terlibat dari seberapa besar waktu yang terbuang akibat kerusakan peralatan/ mesin produksi. Kerugian ini masuk dalam kategori *downtime* yang menyerap sebagian waktu yang tersedia pada waktu yang telah dijadwalkan untuk proses produksi (*loading time*). Secara teknis pada mesin injeksi dan mesin *press* kerugian ini terbagi dua yaitu kerusakan teknis (*technical failure*) dan gangguan operasi yang terjadi berulang-ulang (*operational disturbances*). Latar belakang pendidikan, keahlian serta sikap dan perilaku serta pengetahuan sangat mempengaruhi kerugian ini. Data tentang *operational disturbances* sangat sulit untuk dikumpulkan

secara manual disebabkan berulangnya kejadian serta frekuensi kejadian yang tinggi.

b. *Setup and adjustment*

Setup and adjustment merupakan waktu yang terserap untuk pemasangan, penyetelan dan penyesuaian parameter mesin untuk mendapatkan spesifikasi yang diinginkan pada saat pertama kali mulai memproduksi komponen tertentu. Sama dengan kerusakan komponen (*equipment failure*), kerugian ini dikategorikan dalam waktu muatan (*download time*). Kerugian ini dimulai dari diberhentikan mesin, menurunkan *mold/press tool* dengan menggunakan *hoist/handlift*, menyerahkan cetakan berikut laporannya kepada seksi pemeliharaan (*maintenance*), mengambil cetakan baru, pemasangan ke mesin, *input set-up* data, pemanasan *mold* dan *barrel* mesin hingga percobaan dan penyesuaian hingga mendapatkan spesifikasi yang ditetapkan serta diijinkan mulai produksi oleh seksi QA.

2. *Speed losses*

a. *Idling and minor stoppages*

Idling and minor stoppages merupakan kerugian akibat berhentinya peralatan sebagai akibat terlambatnya pasokan material atau tidak adanya operator walaupun WIP (*Work In Process*) tersedia. Hampir semua mesin press harus diawasi oleh seorang operator walaupun cetakan yang digunakan lebih baik sekalipun, sehingga kerugian akibat ketiadaan operator ini sangat nyata terlihat. Pada mesin *injection* beberapa mesin menggunakan robot sehingga kerugian yang terjadi yang dominan adalah *minor stoppage* dengan berhentinya mesin akibat tidak sempurnanya robot dalam mengambil produk (*runner*). Lain halnya dengan mesin injeksi yang dijalankan secara manual. Kedua kerugian ini merupakan bagian yang menyumbang terhadap kurangnya kecepatan mesin.

b. *Reduced speed*

Reduced speed merupakan kerugian yang terjadi akibat peralatan dioperasikan di bawah standar kecepatan. Pada kenyataannya kecepatan

standar sulit untuk ditentukan secara tepat kecuali pada mesin *press* yang sudah ditentukan (*stroke*) permenit pada desain awalnya. Sebagai pendekatan yang praktis untuk menentukan kerugian ini pada mesin injeksi, setiap parameter penyetelan yang tidak memengaruhi kualitas produk akan diobservasi seperti kecepatan melakukan klem serta posisi perubahan kecepatan yang mempengaruhi waktu siklus. Kemungkinan penyebab terjadinya kerugian ini adalah ketidaktahuan operator dalam penyetelan mesin.

3. *Quality losses*

a. *Defect in process (quality defect)*

Defect in process waktu peralatan yang terbuang untuk menghasilkan produk jelek serta pengerjaan ulang pada saat mesin berjalan terus-menerus setelah proses penyetelan dan penyesuaian.

b. *Reduced yield (start-up losses)*

Reduced yield waktu peralatan yang digunakan untuk menghasilkan produk rusak saat penyetelan dan penyesuaian untuk stabilitasi (Scodanibbio, 2008).

2.8.2. Tujuan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Penggunaan OEE sebagai *performance indicator*, mengambil periode basis waktu tertentu, seperti: berdasarkan shift, harian, mingguan, bulanan, maupun tahunan. Pengukuran *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* lebih efektif digunakan pada suatu peralatan produksi. *Overall Equipment Effectiveness (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 sumber daya *Total Productive Maintenance*.

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.

2.8.3. Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) telah menetapkan standar *benchmark* yang telah dipraktikan secara luas di seluruh dunia. Berikut OEE *Benchmark* berdasarkan persentasenya

1. Jika OEE = 100%, produksi dianggap sempurna, hanya memproduksi tanpa cacat, bekerja dalam kinerja (*performance*) yang cepat, dan tidak adanya waktu yang terbuang karena mesin berhenti (*downtime*).
2. Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia, bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok bagi banyak perusahaan untuk di jadikan tujuan jangka panjang.
3. Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk peningkatan.
4. Jika OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah ditingkatkan (*improve*) melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri alasan-alasan mengapa terjadinya *downtime* serta dapat menangani sumber-sumber penyebab *downtime* secara satu per satu)

Untuk standar *benchmark world class* yang dianjurkan JIPM, yaitu OEE = 85%, maka nilai yang harus dipenuhi untuk masing-masing faktor OEE adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2. Nilai OEE Berdasarkan *World Class*

OEE Faktor	World Class
<i>Availability</i>	90%
<i>Performance</i>	95%
<i>Quality</i>	99,9%
<i>Overall OEE</i>	85%

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

Perhitungan OEE dilakukan dalam berapa tahap yang disertai dengan penjelasan yang diuraikan sebagai berikut:

1. *Availability*

Ini merupakan komponen utama dari OEE yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Availability\ Rate = \frac{loading\ time - downtime}{loading\ time} \times 100\%$$

Rasio ini mencerminkan dampak dari *breakdown and setup losses* dianggap sebagai kerugian besar pada efektifitas keseluruhan sebuah peralatan dalam kurun waktu tertentu, dan dengan demikian mengacu pada *loading time*.

a. *Planned downtime*

Selama *available time*, peralatan atau mesin bisa saja tidak beroperasi untuk beberapa alasan: perencanaan kerusakan dalam produksi, perencanaan jadwal pemeliharaan, perencanaan waktu rapat/ apel pagi dan senam pagi yang harus ditetapkan dengan tepat.

b. *Operating time*

Operating time merupakan waktu dimana mesin/peralatan beroperasi, *operating time* dirumuskan sebagai berikut:

$$Operating\ time = loading\ time - downtime$$

Available time adalah waktu berdasarkan hari kalender dikalikan dengan 24 jam dan dikalikan 60 menit dikalikan dengan jumlah hari kerja per bulan. Dengan menggunakan *available time* dan *planned downtime* maka didapatkan rumus:

$$\text{Loading time} = \text{available time} - \text{planned downtime}$$

2. *Performance Efficiency*

Performance rate merupakan komponen utama lain dari OEE yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\text{Performance efficiency} = \frac{\text{theoretical cycle time} \times \text{processed amount}}{\text{operation time}} \times 100\%$$

Secara jelas, waktu siklus ideal harus diketahui, kemungkinan hal itu dapat ditemukan dalam operasi mesin secara manual atau pada spesifikasinya.

3. *Rate of Quality Products*

Rate of Quality Product adalah rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar dinyatakan dalam persentase.

$$\text{Rate of Quality Products} = \frac{\text{processed amount} - \text{defect amount}}{\text{processed amount}} \times 100\%$$

Komponen penting ketiga dari OEE dirumuskan sebagai berikut:

Rasio ini mencerminkan dampak (*quality defects losses* dan *start up yield losses*)

Pada efektifitas keseluruhan sebuah peralatan dalam kurun waktu tertentu, dan semacamnya mengacu pada waktu operasi yang bernilai.

4. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Menurut Scandanibio (2008) Setelah didapat perhitungan dari Availability rate, performance rate, dan quality rate maka didapatlah perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* dengan rumus di bawah ini:

$$\text{OEE} = \text{Availability}(\%) \times \text{Performance efficiency}(\%) \times \text{Rate of Quality products}(\%)$$

2.8.5. *Six Big Losses*

Six Big Losses adalah enam faktor utama penyebab peralatan produksi (mesin dan alat-alat lainnya tidak beroperasi dengan normal sehingga menyebabkan terjadinya *downtime* pada peralatan produksi, enam faktor utama penyebab peralatan produksi beroperasi tidak normal diantaranya ialah:

1. *Equipment failure/Breakdown* (Kerugian Karena Kerusakan Peralatan).
Kerusakan mesin/peralatan (*equipment failure breakdown*) akan mengakibatkan waktu yang terbuang sia-sia yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan akibat berkurangnya volume produksi atau kerugian material akibat dari produk yang di hasilkan cacat.
2. *Equipment idle time* (Kerugian karena pemasangan dan penyetelan).
Kerugian karena *set-up and adjustment* adalah semua waktu *set-up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang di butuhkan untuk kegiatan mengganti jenis produk ke jenis berikutnya untuk produksi selanjutnya. Dengan kata lain total yang di butuhkan mesin tidak berproduksi guna mengganti peralatan (*dies*) bagi jenis produksi berikutnya sampai dihasilkan produksi sesuai untuk proses selanjutnya.
3. *Minor equipment stops* (Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat).
Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan mesin/peralatan berhenti berulang-ulang mesin/peralatan beroperasi tanpa menghasilkan produk.
4. *Reduced equipment speed* (Kerugian karena penurunan kecepatan operasi).
Menurunnya kecepatan produksi timbul jika operasi lebih kecil dari kecepatan yang dirancang beroperasi dalam kecepatan normal. Menurunnya kecepatan produksi antara lain di sebabkan oleh:
 - a. Kecepatan mesin yang dirancang tidak dapat dicapai karena berubahnya jenis produk atau material yang tidak sesuai dengan mesin dan peralatan yang digunakan.

- b. Kecepatan produksi mesin/peralatan menurun akibat operator tidak mengetahui berapa kecepatan normal mesin/peralatan sesungguhnya.
 - c. Kecepatan produksi sengaja di kurangi untuk mencegah timbulnya masalah pada mesin/peralatan dan kualitas produksi yang dihasilkan jika diproduksi pada kecepatan produksi yang lebih tinggi.
5. *Startup reject* (Kerugian karena produk cacat maupun karena kerja produksi diproses ulang).

Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, limbah produksi meningkat dan biaya untuk mengerjakan ulang, kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah dan mengerjakan kembali ataupun memperbaiki cacat produk hanya sedikit, akan tetapi kondisi seperti ini bisa menimbulkan masalah yang semakin besar.

6. *Production rejects* (Kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai kondisi produksi yang stabil).

Reduced yield losses adalah kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin/peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang diharapkan. Kerugian yang timbul tergantung pada faktor-faktor seperti keadaan operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin/peralatan atau cetakan (*dies*) ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan proses produksi yang ditimbulkan (Gustovich, 2012).

Terdapat contoh-contoh kejadian pada tabel di bawah ini yang menyebabkan terjadinya kerugian pada mesin/peralatan pada *six big losses*:

Tabel 2.3. Contoh-contoh Kejadian pada Six Big Losses

Six Big Losses Category	OEE loss Category	Contoh kejadian	Keterangan
<i>Equipment breakdown/failures</i>	<i>Downtime loss</i>	• Berhentinya peralatan • <i>Unschedule Maintenance</i> • <i>General breakdowns</i> • Kegagalan Peralatan	Ada fleksibilitas dimana untuk mengatur batas antara kerusakan peralatan (<i>downtime losses</i>) dan terhentinya peralatan kecil (<i>speed losses</i>).
<i>Equipment idle time</i>	<i>Downtime loss</i>	• <i>Setup /changeover</i> • Tidak adanya bahan baku • Tidak adanya operator • <i>Major adjustment</i> • <i>Power cut off</i> • <i>Warm up time</i>	Kerugian ini sering diatasi melalui program pengurangan waktu <i>setup lean manufacturing</i> .
<i>Minor Equipment Stops</i>	<i>Speed loss</i>	• Aliran produk terhalang • Kemacetan Komponen • <i>Miss-Feeds</i> • Sensor mesin kotor • <i>Cleaning/checking</i>	Biasanya hanya termaksud mesin berhenti di bawah lima menit sehingga personil pemeliharaan tidak diperlukan.
<i>Reduced Equipment Speed</i>	<i>Speed loss</i>	• Peralatan kotor • Umumnya di bawah kapastias • <i>Equipment wearing</i> • Adanya pemborosan Operator.	Apa pun yang mencegah berjalannya suatu proses pada mesin pada kecepatan maksimum secara teori (tingkat rasio ideal)
<i>Startup reject</i>	<i>quality loss</i>	• Aliran produk terhalang • Kemacetan komponen • Kurangnya bahan baku • Sensor mesin kotor • <i>cleaning and Checking</i>	Adanya produk reject selama startup dalam produksi awal. Kemungkinan penyebabnya adalah pengaturan yang tidak tepat

Lanjutan Tabel 2.3. Contoh-contoh Kejadian pada *Six Big Losses*

<i>Six Big Losses Category</i>	<i>OEE loss Category</i>	Contoh kejadian	Keterangan
<i>Production rejects</i>	<i>Quality loss</i>	• <i>Scrap</i> • <i>Rework</i> • Dalam proses kerusakan • Salah-perakitan	Produk <i>reject</i> selama produksi <i>steady state</i> .

(Sumber: Gustovich, 2012)

2.8.6. Perhitungan Nilai *Six Big Losses*

Perhitungan nilai *six big losses* terdiri dari beberapa rumus dan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. *Equipment failure losses*

$$\text{Equipment failure losses} = \frac{\text{Equipment failure time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Merupakan kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dan peralatan. Kerusakan mesin yang sering terjadi adalah mesin mati mendadak sehingga proses terhenti.

2. *Setup & adjustment Losses*

$$\text{setup and adjustment loss} = \frac{\text{total setup and adjustment time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Merupakan kerugian yang terjadi karena setelah *setup* dilakukan, peralatan/ mesin waktu yang tercuri akibat waktu *setup* dan *adjustment* yang lama.

3. *Idle & minor stoppages Losses*

$$\text{idling and minor stoppages} = \frac{\text{downtime} - \text{planned downtime}}{\text{loading Time}} \times 100\%$$

Merupakan kerugian yang terjadi akibat menunggu mesin atau mendiamkan mesin karena adanya penataan ulang.

4. *Reduced Speed Losses*

$$\text{reduced speed losses} = \frac{(\text{actual cycle time} - \text{ideal cycle time}) \times \text{total product process}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Merupakan kerugian yang terjadi karena penurunan kecepatan mesin sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan maksimal.

5. *Rework loss*

$$\text{rework loss} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{rework}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Merupakan kerugian sehubungan dengan cacat produk dan pengerjaan ulang, kehilangan keuangan sehubungan dengan menurunnya kualitas produk, dan kehilangan waktu yang diperlukan untuk memperbaiki produk cacat menjadi sempurna.

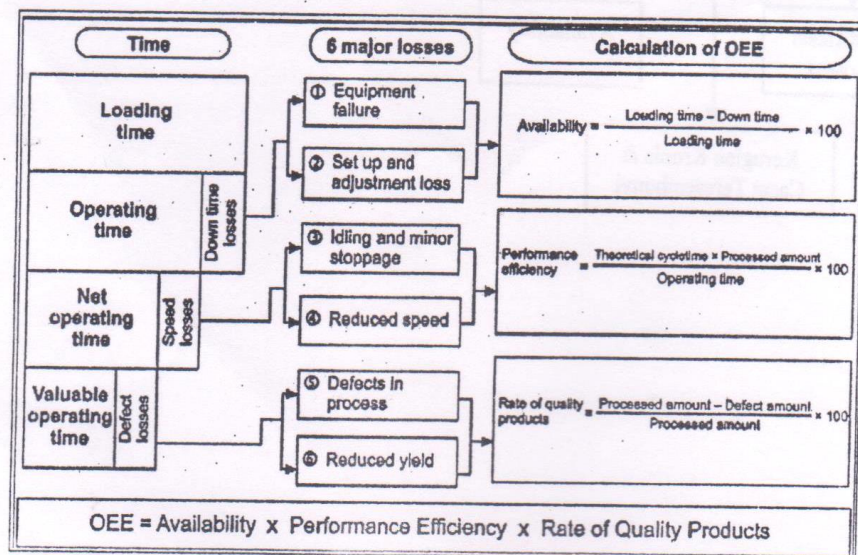
6. *Yield/scrap loss*

$$\text{Yield/scrapp loss} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Merupakan kerugian pada awal waktu produksi sehingga mencapai kondisi stabil. Kerugian yang diakibatkan suatu keadaan dimana produk yang dihasilkan tidak sesuai standar, karena terjadi perbedaan kualitas antara waktu mesin pertama kali dinyalakan dengan pada saat mesin tersebut sudah stabil beroperasi.

Dengan teridentifikasi enam kerugian besar tersebut perencanaan program yang sistematis dan jangka panjang dengan tujuan meminimalkan *losses* dapat dilaksanakan yang secara langsung akan mempengaruhi elemen-elemen penting dari perusahaan seperti produktivitas yang meningkat karena berkurangnya kerugian, kualitas juga meningkat sebagai dampak pengurangan kerusakan peralatan sehingga biaya juga menurun dengan turunnya kerugian-kerugian yang terjadi serta menurunnya angka kerusakan produk. Dengan demikian waktu

penyerahan dapat dijamin lebih tepat waktu karena proses produksi dapat direncanakan tanpa gangguan permesinan (Nakajima, 1988).



Gambar 2.7. Perhitungan OEE berdasarkan 6 kerugian Besar (sumber: Nakajima, 1988)

2.9. Konsep Efektivitas

Kata efektif berasal dari bahasa Inggris yaitu *effective* yang berarti berhasil atau sesuatu yang dilakukan berhasil dengan baik. Kamus ilmiah populer mendefinisikan efektivitas sebagai ketepatan penggunaan, hasil guna atau menunjang tujuan. Pendapat H. Emerson yang dikutip Soewarno Handyaningrat S. (199:16) yang menyatakan bahwa “Efektivitas adalah pengukuran dalam arti tercapainya tujuan yang telah ditentukan sebelumnya.” Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Hidayat (1986) yang menjelaskan bahwa : “Efektivitas adalah suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh target (kuantitas, kualitas dan waktu) telah tercapai. Dimana makin besar persentase target yang dicapai, makin tinggi efektivitasnya.”

Dari beberapa pendapat diatas mengenai efektivitas, dapat disimpulkan bahwa efektivitas adalah suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh target (kuantitas, kualitas dan waktu yang telah dicapai oleh manajemen, yang sama target tersebut sudah ditentukan sebelumnya. (Soewarno Handyaningrat, 1990, hal 15).

Menurut pendapat Mahmudi mendefenisikan efektivitas, sebagai berikut: “Efektivitas merupakan hubungan antara *output* dengan tujuan, semakin besar kontribusi (sumbangan) *output* terhadap pencapaian tujuan, maka semakin efektif organisasi, program atau kegiatan” (Mahmudi, 2005:92). Efektivitas berfokus pada *outcome* (hasil), program, atau kegiatan yang dinilai efektif apabila output yang dihasilkan dapat memenuhi tujuan yang diharapkan atau dikatakan *spending wisely*.

2.9.1. Pengertian Efektivitas

Menurut Sejathi (2011), efektivitas merupakan “ketepatan, hasil guna, menunjang tujuan.” Soewarno Handyaningrat (1983) dalam Ade Gunawan (2003:2) menyatakan bahwa : “Efektivitas merupakan pengukuran dalam arti terperinci sasaran atau tujuan yang telah ditentukan sebelumnya”. Ali Muhidin (2009) juga menjelaskan bahwa Efektivitas juga berhubungan dengan masalah bagaimana pencapaian tujuan atau hasil yang diperoleh, tingkat daya fungsi unsur atau komponen, serta masalah tingkat kepuasan pengguna/ client. Berdasarkan definisi-defenisi diatas, maka dapat disimpulkan bahwa efektivitas merupakan ketepatangunaan suatu program untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

2.10. Pemeliharaan (*Maintenance*)

2.10.1. Definisi Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan merupakan suatu fungsi dalam suatu perusahaan pabrik yang sama pentingnya dengan fungsi-fungsi lain seperti produksi. Hal ini karena apabila kita mempunyai peralatan atau fasilitas, maka biasanya kita selalu berusaha untuk tetap mempergunakan peralatan atau fasilitas tersebut. Demikian pula halnya dengan perusahaan pabrik, dimana pimpinan perusahaan pabrik tersebut akan selalu berusaha agar fasilitas/peralatan produksinya dapat dipergunakan sehingga kegiatan produksinya dapat berjalan lancar. Dalam usaha untuk menggunakan terus fasilitas tersebut agar kontinuitas produksi dapat terjamin, maka dibutuhkan kegiatan-kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang meliputi kegiatan-kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang meliputi kegiatan pengecekan, meminyaki

(*lubrication*) dan perbaikan/reparasi atas kerusakan-kerusakan yang ada serta penyesuaian/ penggantian *spare part* atau komponen yang terdapat pada fasilitas tersebut.

Dalam masalah pemeliharaan ini perlu diperhatikan bahwa sering terlihat dalam suatu perusahaan kurang diperhatikannya bidang pemeliharaan (*maintenance*) ini, sehingga terjadilah kegiatan pemeliharaan yang tidak teratur. Peranan yang penting dari kegiatan baru diingat setelah mesin-mesin yang dimiliki rusak dan tidak dapat berjalan sama sekali. Hendaknya kegiatan harus menjamin bahwa selama proses produksi berlangsung tidak akan terjadi kemacetan-kemacetan yang disebabkan oleh mesin atau fasilitas produksi.

Pemeliharaan (*maintenance*) dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/ peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Jadi dengan adanya kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) ini maka fasilitas/peralatan tersebut dipergunakan untuk proses produksi datau sebelum jangka waktu yang direncanakan tercapai. Sehingga diharapkan proses produksi dapat berjalan lancar dan terjamin, karena kemungkinan-kemungkinan kemacetan yang disebabkan tidak baiknya beberapa fasilitas atau peralatan produksi telah dihilangkan atau dikurangi (Assauri, 2008).

2.10.2. Tujuan Pemeliharaan (*Maintenance*)

Kegiatan pemeliharaan peralatan dan fasilitas mesin memiliki tujuan-tujuan sebagai berikut:

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Membantu mengurangi pemakaian atau penyimpanan diluar batas serta menjaga modal yang ditanamkan selama waktu yang ditentukan.

4. Mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) secara efektif dan efisien keseluruhan.
5. Menghindari kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
6. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan (*return of investment*) yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah (Assauri, 2008).

2.10.3. Jenis-Jenis Pemeliharaan (*Maintenance*)

Dalam upaya meningkatkan produktivitas pada mesin, maka terdapat jenis-jenis pemeliharaan pada mesin/peralatan, diantaranya:

1. Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*)

Preventif maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian semua fasilitas produksi yang mendapatkan perawatan pencegahan akan terjamin kelancaran kerjanya dan akan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap setiap saat. Berdasarkan hal tersebut maka memungkinkan pembuatan suatu rencana jadwal perawatan dan rencana produksi yang lebih tepat dan efektif dalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termaksud kedalam golongan *critical unit*. Sebuah fasilitas atau peralatan produksi akan termaksud dalam golongan apabila:

- a. Kerusakan fasilitas atau peralatan produksi akan membahayakan keselamatan atau kesehatan para pekerja.
- b. Kerusakan fasilitas akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan
- c. Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.

- d. Modal yang ditanamkan dalam fasilitas tersebut cukup besar dan mahal.

Apabila pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dilaksanakan pada fasilitas-fasilitas atau peralatan yang termaksud dalam “*critical unit*”, maka tugas-tugas pemeliharaan (*maintenance*) dapatlah dilakukan dengan suatu perencanaan yang intensif untuk unit yang bersangkutan, sehingga rencana produksi dapat dicapai dengan jumlah hasil produksi yang lebih besar dalam waktu yang lebih singkat.

Ruang lingkup pekerjaan *preventif* termasuk inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan. Secara umum tujuan dari pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) adalah:

- a. Meminimumkan kerusakan pada mesin (*downtime*) serta meningkatkan efektivitas mesin/peralatan dan menjaga agar mesin dapat berfungsi tanpa ada gangguan.
- b. Meningkatkan efisiensi dan umur ekonomis mesin atau peralatan.

Dalam praktiknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas, *routine maintenance* dan *periodic maintenance*.

1. *Routine Preventive Maintenance*

Routine preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. Sebagai contoh dari kegiatan pemeliharaan rutin (*routine maintenance*) adalah pembersihan fasilitas/peralatan, pelumasan (*lubrication*) atau pengecekan oli, serta pengecekan isi bahan bakarnya dan mungkin termaksud pemanasan (*warming up*) dari mesin-mesin selama beberapa menit sebelum dipakai beroperasi sepanjang hari. Dengan adanya keterlibatan operator mesin terhadap kegiatan ini dapat mengurangi keterlibatan personel pemeliharaan dalam mengerjakan tugas harian ini.

2. *Periodic Maintenance*

Periodic maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara berkala atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap bulan sekali, dan akhirnya setiap satu tahun sekali. Pemeliharaan periodik (*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. Jadi kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) ini tetap secara periodik atau berkala. Kegiatan pemeliharaan periodik (*periodic maintenance*) adalah jauh lebih berat dari pada *routine maintenance*. Sebagai contoh dari kegiatan *periodic maintenance* adalah pembongkaran karburator ataupun pembongkaran alat-alat di bagian sistem aliran bensin, penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan silinder mesin dan pembongkaran mesin/fasilitas tersebut untuk penggantian roda (*bearing*), Serta *service* dan *overhaul* besar ataupun kecil. Menurut Assauri (2008) keuntungan dilakukan pemeliharaan periodik (*periodic maintenance*) antara lain:

- a. Pengurangan pemeliharaan darurat, hal ini tidak diragukan lagi karena merupakan alasan utama untuk merencanakan pekerjaan pemeliharaan.
- b. Pengurangan waktu menganggur, hal ini tidaklah sama dengan pengurangan waktu reparasi pemeliharaan darurat. Waktu yang digunakan untuk pembelian suku cadang, baik dibeli dari luar atau dibuat lokal, mengakibatkan waktu menganggur meskipun pekerjaan tersebut adalah pekerjaan darurat, misalnya hanya memasang bagian mesin yang tidak lama.
- c. Meningkatkan ketersediaan (*availability*) untuk produksi, hal ini erat hubungannya dengan pengurangan waktu nganggur pada mesin atau pelayanan.
- d. Meningkatkan penggunaan tenaga kerja untuk pemeliharaan dan produksi.

- e. Pengurangan penggantian suku cadang.
- f. Meningkatkan efisiensi mesin/ peralatan.

2. Pemeliharaan perbaikan (*corrective/ breakdown maintenance*).

Dengan *corrective* atau *breakdown maintenance*, kegiatan pemeliharaan dan perawatan dilakukan setelah terjadi suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan pemeliharaan perbaikan (*corrective maintenance*) yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi. Akibat tidak dilakukannya *preventive maintenance* ataupun telah dilakukan pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) tetapi sampai pada waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak. Jadi dalam hal ini kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dahulu, baru kemudian diperbaiki atau dibetulkan. Maksud tindakan perbaikan ini adalah agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi, sehingga operasi atau proses produksi dapat berjalan lancar kembali. Dengan demikian apabila perusahaan hanya mengambil kebijaksanaan untuk melakukan pemeliharaan perbaikan (*corrective maintenance*) saja, maka terdapat faktor ketidakpastian (*uncertainly*) dalam kelancaran proses produksinya akibat ketidakpastian atau kelancaran bekerjanya fasilitas, atau peralatan produksi yang ada. Oleh karena itu kebijaksanaan untuk melakukan pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*) saja tanpa pencegahan ataupun memacetkan kegiatan produksi apabila terjadi suatu kerusakan yang tiba-tiba pada fasilitas produksi yang digunakan.

Secara sepintas lalu kelihatan pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*) saja adalah lebih murah biayanya dari pada mengadakan pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*). Hal ini adalah benar, selama kerusakan belum terjadi pada fasilitas/peralatan sewaktu proses produksi berlangsung. Tetapi sekali kerusakan terjadi pada fasilitas/peralatan selama proses produksi berlangsung, maka akibat dari kebijaksanaan pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*) saja akan jauh lebih parah dari pada pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*). Di samping itu akan terdapat suatu kenaikan yang melonjak dari

biaya-biaya perawatan dan pemeliharaan pada saat terjadinya kerusakan tersebut. Oleh karena *corrective maintenance* ini mahal, maka sedapat mungkin harus dicegah dengan mengintensifkan kegiatan *preventive maintenance*. Di samping itu perlu pula kita pertimbangkan bahwa dalam jangka panjang untuk mesin-mesin yang mahal dan termaksud dalam “*critical unit*” dari proses produksi, *preventive maintenance* akan lebih menguntungkan daripada *corrective maintenance* saja.

3. Pemeliharaan Mandiri (*Autonomous Maintenance*)

Pemeliharaan mandiri adalah kegiatan yang dirancang untuk melibatkan operator dengan sasaran utama untuk mengembangkan pola hubungan antara manusia, mesin dan tempat kerja yang bermutu. Pemeliharaan mandiri ini juga dirancang untuk melibatkan operator dalam merawat mesinnya sendiri. Kegiatan tersebut, seperti pembersihan, pelumasan, pengencangan mur/baut, pengecekan harian, pendeteksian penyimpangan, dan reparasi sederhana. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengembangkan operator yang mampu mendeteksi berbagai sinyal dari kerugian. Selain itu juga bertujuan untuk menciptakan tempat kerja yang rapi dan bersih, sehingga setiap penyimpangan dari kondisi normal dapat dideteksi dalam waktu sekejap. Dalam perawatan mandiri ada 6 langkah, yaitu:

1. Pembersihan awal

Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:

- a. Menyingkirkan *item* yang tidak diperlukan dan jarang digunakan, yang dapat mengganggu kinerja alat dan mengurangi kualitas.
- b. Menghilangkan debu dan kotoran dan peralatan dan sekelilingnya.
- c. Mengenali pengaruh kontaminasi yang membahayakan keselamatan kerja kualitas dan peralatan.
- d. Mengungkapkan permasalahan, seperti kerusakan kecil, sumber kontaminasi, dan area yang sulit dibersihkan.
- e. Mengamati dan memperbaiki kerusakan pada peralatan.

2. Pencegahan sumber kontaminasi dan tempat yang sulit dibersihkan

Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:

- a. Mengenali dan melihat kembali berbagai sumber kontaminasi dan bagian-bagian yang sulit dibersihkan yang telah didaftarkan dan

- dikaitkan dengan pengaruhnya terhadap keselamatan kerja, kualitas, dan peralatan.
- b. Mengambil langkah-langkah untuk perbaikan dalam rangka menyelesaikan pembersihan peralatan dalam waktu yang telah ditentukan.
 - c. Mempelajari tentang keselamatan kerja dan kualitas, dan prinsip proses produksi melalui tindakan-tindakan perbaikan terhadap sumber-sumber kontaminasi.
3. Pengembangan standar dan pembersihan pelumasan
- Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:
- a. Mengadakan program pendidikan untuk pelumasan kepada operator.
 - b. Mengembangkan inspeksi pelumasan secara menyeluruh.
 - c. Memeriksa semua titik dan permukaan lokasi pelumasan.
 - d. Mengamati dan memperbaiki bagian-bagian yang rusak pada peralatan yang berkaitan dengan pelumasan.
 - e. Meningkatkan metode kerja dan peralatan supaya dapat menyelesaikan pelumasan/pembersihan dalam waktu yang telah ditentukan.
4. Inspeksi menyeluruh
- Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:
- a. Melaksanakan pendidikan dan pelatihan untuk setiap kategori, seperti; *electrical*, *power transmission*, dan lain lain.
 - b. Menciptakan inspeksi menyeluruh pada bagian-bagian yang rusak.
5. Pengembangan standar perawatan mandiri
- Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:
- a. Menetapkan standar dan jadwal perawatan mandiri untuk menyelesaikan, membersihkan, melumasi dan menginspeksi peralatan

- b. Meningkatkan metode kerja dan peralatan supaya dapat menyelesaikan rutinitas pembersihan, pelumasan dan inspeksi dalam waktu yang telah ditentukan.
6. Pelaksanaan perawatan mandiri dan kegiatan peningkatan berkesinambungan (Corder, 1996).

2.10.4. Tugas-Tugas atau Kegiatan-Kegiatan Pemeliharaan.

Semua tugas atau kegiatan pemeliharaan dapat digolongkan ke dalam salah satu dari lima tugas pokok yang berikut:

1. Inspeksi (*inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) bangunan dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan dan membuat laporan-laporan dari hasil pengecekan atau pemeriksaan tersebut. Maksud kegiatan inspeksi ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan atau pabrik selalu mempunyai peralatan/ fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi.

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 penelitian-penelitian terhadap kemungkinan pengembangan tersebut. Dalam kegiatan inilah dilihat kemampuan untuk mengadakan perubahan-perubahan dan perbaikan-perbaikan bagi perluasan dan kemajuan dari pembangunan dan peralatan pabrik. Oleh karena itu kegiatan teknik ini sangat diperlukan terutama apabila dalam perbaikan mesin-mesin yang rusak tidak diperoleh/ didapatkan komponen yang sama dengan yang dibutuhkan. Dalam hal ini perlu diadakan perubahan-perubahan atau perbaikan-perbaikan tertentu terhadap komponen dan mesin-mesin yang bersangkutan, agar mesin tersebut dapat bekerja kembali.

3. Kegiatan produksi (*Production*)

Kegiatan produksi merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki dan mereparasi mesin-mesin dan peralatan. Secara fisik, melaksanakan pekerjaan yang disarankan atau diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan teknik (*engineering*), melaksanakan kegiatan pelayanan (*service*) dan peminyakan (*lubrication*). Kegiatan produksi dimaksudkan agar kegiatan pengolahan pada 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 merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan dan biaya-biaya yang berhubungan dengan kegiatan pemeliharaan, komponen atau suku cadang yang dibutuhkan, *progress report* tentang apa yang telah dikerjakan, waktu dilakukannya inspeksi dan perbaikan, serta selamanya perbaikan tersebut, dan komponen atau suku cadang yang tersedia di bagian pemeliharaan. Jadi dalam kegiatan pencatatan ini termasuk penyusunan perencanaan dan penjadwalan, yaitu rencana kapan suatu mesin harus dicek atau diperiksa, diminyaki/ *diservice* dan direparasi.

5. Pemeliharaan bangunan (*House keeping*)

Kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya. Jadi kegiatan ini meliputi pembersihan dan pengecatan gedung, pembersihan toilet, pembersihan halaman dan kegiatan pemeliharaan peralatan lain yang tidak termaksud dalam kegiatan teknik dan produksi dari bagian pemeliharaan (Assauri, 2008).

2.10.5. Konsep-Konsep Pemeliharaan.

Dalam melakukan pemeliharaan terhadap mesin/peralatan terdapat konsep yang harus dilakukan agar dapat memenuhi kriteria pemeliharaan yang baik diantaranya:

a. Konsep keandalan (*reliability*)

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

b. Konsep keterawatan (*maintainability*)

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

c. Konsep ketersediaan (*Availability*)

Ketersediaan (*availability*) adalah probabilitas suatu komponen atau sistem menunjukkan kemampuan yang diharapkan pada suatu waktu tertentu ketika dioperasikan dalam kondisi operasional tertentu. Ketersediaan juga dapat diinterpretasikan sebagai persentase waktu operasional sebuah komponen atau sistem selama interval waktu tertentu. Ketersediaan berbeda dengan keandalan, dimana ketersediaan adalah probabilitas komponen berada dalam kondisi tidak mengalami kerusakan meskipun sebelumnya komponen tersebut telah mengalami kerusakan dan diperbaiki atau dipulihkan kembali pada kondisi operasi normalnya. Oleh karena itu, ketersediaan sistem tidak pernah lebih daripada keandalan sistem. Ketersediaan mengandung dua komponen utama yaitu keandalan (*reliability*) dan keterawatan (*maintainability*). Tingkat keandalan yang rendah dapat diimbangi dengan usaha peningkatan perawatan sehingga

tingkat kecepatan aksi perawatan berpengaruh terhadap tingkat ketersediaan sistem. Seperti halnya pada keandalan dan keterawatan, ketersediaan merupakan probabilitas sehingga teori probabilitas dapat digunakan untuk menghitung nilai ketersediaan (Ebellling, 2003)

2.10.6. Strategi pemeliharaan

Pemilihan program perawatan akan mempengaruhi kelangsungan produktivitas produksi pabrik. Karena itu perlu dipertimbangkan secara cermat mengenai bentuk pemeliharaan yang akan digunakan terutama berkaitan dengan kebutuhan produksi, waktu, biaya, keterandalan tenaga pemeliharaan dan kondisi peralatan yang dikerjakan. Dalam menentukan strategi pemeliharaan, banyak ditemui kesulitan-kesulitan diantaranya:

- a. Tenaga kerja yang terampil
- b. Ahli teknik yang berpengalaman
- c. Instrumentasi yang cukup mendukung
- d. Kerja sama yang baik diantara bagian pemeliharaan

Menurut Assauri (2008) faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan strategi pemeliharaan:

1. Umur peralatan/mesin produksi
2. Tingkat kapasitas pemakaian mesin
3. Kesiapan suku cadang
4. Kemampuan bagian pemeliharaan untuk bekerja cepat
5. Situasi pasar, kesiapan dana dan lain-lain.

2.11. Mesin *Curing*

Curing merupakan sebuah mesin yang memproses pemasakan ban dengan menggunakan metode-metode yang sangat canggih, selama proses *curing* berjalan green tire (bahan mentah) dimasak dengan panas yang berasal dari uap dan berlangsung dalam waktu tertentu, proses ini juga merupakan pemasakan atau vulcanisasi yaitu penyatuan polimer (*rubber*) dengan *carbon black* dan *sulphur* dengan dibantu oleh persenyawaan bahan kimia untuk mendapatkan beberapa karakteristik *compound* yang diperlukan dari bagian-bagian ban. *Green Tire* akan

diletakkan pada mesin *curing* selama waktu tertentu dan memerlukan suhu panas dan sejumlah tekanan *steam* yang sangat tinggi. *Green Tire* ditempatkan pada cetakan (*mold*) dengan temperatur sesuai dengan yang diinginkan untuk produksi. Setelah cetakan tertutup, *green tire* akan melebur kedalam cetakan *tread* dan *side wall*. Cetakan tersebut tidak dapat dibuka sampai proses *curing* selesai secara keseluruhan.

Setelah proses pemasakan selesai, *mold* akan terbuka secara otomatis. Ban yang sudah jadi akan jatuh dan masuk kedalam *conveyor*. Dalam proses ini mesin curing menggunakan PLC Mitsubishi series FX. PLC adalah Programmable Logic Controller merupakan sistem yang sangat penting yang digunakan di PT Bridgestone Tire. PLC adalah sebuah sistem control proses terdiri atas sekumpulan piranti-piranti dan peralatan-peralatan elektronik yang mampu menangani kestabilan, akurasi dan mengelimasi transisi status yang berbahaya dalam proses produksi.

2.12. Metode 5W+1H

Menurut Gazpers (2002), pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas. Harus diputuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang harus ditetapkan), alasan kegunaan mengapa rencana tindakan itu harus dilakukan, dimana rencana itu ditetapkan atau dilaksanakan, siapa yang menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu. Analisis menggunakan 5W+1H dapat digunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini. 5W+1H adalah *what, why, where, when, who* dan *how*. Penggunaan metode 5W+1H dijelaskan dalam tabel 2.4.

Tabel 2.4. Penggunaan Metode 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Perbaikan

Tindakan Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan Utama	What (Apa)?	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan/ peningkatan kualitas	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

Tindakan Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Metode	How (Bagaimana)?	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang digunakan sekarang, merupakan metode terbaik? Apakah ada cara lain yang lebih mudah?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada.
Alasan Kegunaan	Why (Mengapa)?	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
Lokasi	Where (Dimana)?	Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan? Apakah aktivitas itu harus dikerjakan disana?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama
Sekuens (urutan)	When (Bilamana)?	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian?	
Orang	Who (Siapa)?	Siapa yang mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?	

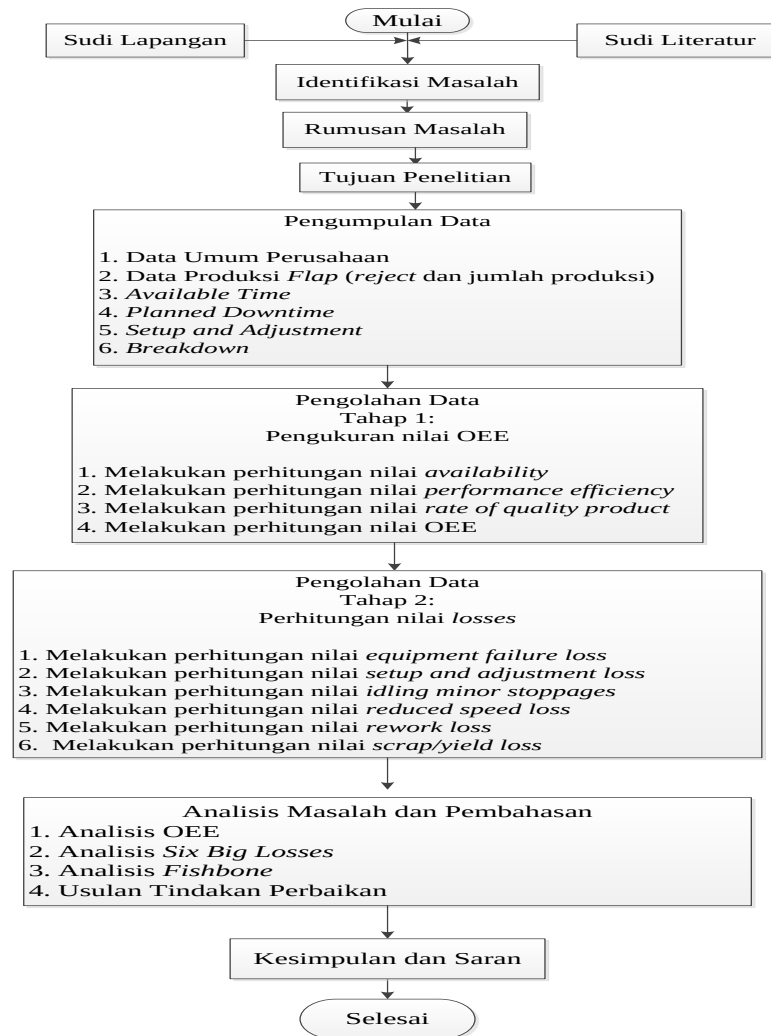
Tindakan Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
		Apakah ada orang lain yang dapat mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Mengapa orang itu ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	

(sumber: Gazpers, 2002)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian sangat berperan penting untuk menyelesaikan masalah secara sistematis dan memberikan solusi yang teratur dan terarahkan sesuai dengan tujuan penulisan penelitian ini. Metodologi penelitian pada tulisan ini terdiri atas studi literatur, studi lapangan, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), analisis masalah dan pembahasan, dan kesimpulan dan saran. Sistematis aliran metodologi penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.1. Studi Pendahuluan

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan studi pendahuluan dalam rangka menentukan objek penelitian. Studi ini terdiri dari dua jenis studi, yaitu studi lapangan dan studi pustaka.

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan cara observasi langsung secara keseluruhan di bagian produksi pada perusahaan untuk mengetahui kondisi dan masalah yang dihadapi dengan melakukan wawancara kepada beberapa operator dan pihak yang terkait.

2. Studi Literatur

Studi literatur yang sekiranya dapat dipergunakan untuk mendukung penentuan topik permasalahan diperoleh dari media baik dari jurnal nasional, buku teks maupun artikel ilmiah. Literatur tersebut dapat berupa studi kasus maupun definisi tentang pemeliharaan dan metode-metode penjadwalan mesin yang dapat menghasilkan waktu penjadwalan yang optimal serta melakukan konsultasi dengan pihak-pihak lain sebagai dasar pemikiran konsep.

Tabel III.1. Posisi Penelitian

No.	Pengarang	Judul	Metode
1.	Erry Rimawan dan Agus Djoko Triono (2012) Jurnal	Analisa Peningkatan Performa Mesin Curing Tire Press yang telah di retrofit dengan menggunakan alat ukur <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Pada PT XYZ	Ekonomi Teknik dan OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>)
2.	Jacob Indra Efrialdi (2015) Tugas Akhir	Analisis Perbaikan Kualitas Mesin <i>Die Casting</i> Toyo Dengan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Untuk	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)

Tabel III.1. Posisi Penelitian Lajutan

No.	Pengarang	Judul	Metode
		Mendapatkan Optimalisasi Di PT Karya Teknik Nusantara	
3	Irin Yosepha Sihotang (2016) Tugas Akhir	Analisis <i>Overall Equipments Effectiveness</i> (OEE) Untuk Meningkatkan Efektivitas Mesin <i>Curing</i> Di PT Bridgestone Tire Bekasi Indonesia	<i>Overall Equipments Effectiveness</i> (OEE)

3.2. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini melakukan identifikasi masalah-masalah pada peralatan produksi yaitu mesin *curing*, dimana penulis memfokuskan pada masalah peningkatan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

3.3. Rumusan Masalah

Perumusan masalah untuk penelitian ini adalah bagaimana meningkatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *curing*. Masalah yang akan dibahas ialah bagaimana cara meningkatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* Berdasarkan data aktivitas mesin *curing* yang terjadi pada bulan Januari 2015 - Desember 2015. Adapun sering terjadinya kerusakan pada mesin *curing* yang menyebabkan aliran produksi menjadi terganggu dan tidak sesuai dengan standar yang ditentukan oleh perusahaan.

3.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah hasil akhir yang ingin dicapai dalam membuat suatu penelitian. Dalam hal ini tujuan penelitiannya adalah untuk meningkatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *curing*.

3.5. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu:

1. Penelitian Kepustakaan (*Library Research*)

Kegiatan ini dilakukan dengan mengumpulkan data dari buku–buku, diktat dan bahan kuliah lainnya yang memuat teori–teori yang berhubungan dengan materi yang akan dibahas, sebagai bekal untuk memperkuat landasan teori dari Tugas Akhir ini.

2. Penelitian Lapangan (*Field Research*)

Riset lapangan merupakan metode pengumpulan data dengan cara langsung mendatangi perusahaan yang menjadi objek penelitian. Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang perlu dilakukan secara bertahap, yaitu:

- a. Pengamatan secara langsung pada perusahaan. Penelitian yang dilakukan berupa pengujian mesin *curing* dalam memproduksi ban radial sehingga dapat diketahui berapa besar *downtime* yang dihasilkan dari operasi mesin selama proses produksi dalam satu hari.
- b. Wawancara ini dilakukan dengan mengadakan tanya jawab dan wawancara langsung dengan pihak manajemen perusahaan terutama bagian perawatan tentang permasalahan yang dibahas pada penelitian ini.

Ada dua jenis data yang dikumpulkan dari perusahaan. Data ini digunakan untuk membuat penelitian, diantaranya yaitu:

1. Data Primer adalah data yang diperoleh dari sumber, diamati secara langsung. Dalam hal ini adalah intensitas kerusakan mesin dan jumlah produk yang dihasilkan. Data yang diperoleh antara lain yaitu data mesin dan peralatan, data penggunaan mesin, data *breakdown* mesin, data-data komponen mesin kritis, data-data waktu *setup* mesin, dan data waktu *available time*.
2. Data Sekunder adalah data yang berhubungan langsung dengan objek penelitian dan ikut mendukung kelancaran produksi meliputi:

- a. Sejarah umum perusahaan, profil perusahaan, serta tujuan, fungsi dan peranan perusahaan.
- b. Data produk, ketenagakerjaan dan kesejahteraan karyawan, dan sistem manajemen mutu dan lingkungan.
- c. Struktur organisasi dan *job description*.

3.6. Pengolahan Data

Dalam melakukan pengolahan data terdapat dua tahap, tahap yang pertama adalah pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness*, pengukuran *Overall Equipments Effectiveness* (OEE) ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar persentasi OEE yang dipengaruhi oleh *availability*, *performence efficiency*, dan *rate of quality* pada mesin *curing* dan membandingkannya dengan standar JIPM. Tahap kedua adalah Perhitungan nilai *Losses* yang terdiri dari *six big losses* (enam kerugian besar) diukur untuk mengetahui berapa kerugian waktu yang menyebabkan nilai *Overall Equipments Effectiveness* (OEE) tidak mencapai standar JIPM.

3.7. Analisis Masalah dan Pembahasan

Tahap analisis dan pembahasan masalah merupakan satu tahap terakhir dari metodologi penelitian sebelum penarikan kesimpulan. Analisis hasil dilakukan terhadap hasil-hasil pengolahan data berupa pemecahan masalah. Analisis pemecahan masalah dilakukan untuk melihat apa saja pengaruh atau penyebab dari rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *curing*. Analisis dilakukan dengan menggunakan analisa seperti analisa *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) *six big losses*, analisa diagram sebab akibat, dan usulan penyelesaian masalah. Analisis dilakukan terhadap hasil-hasil pengolahan data yang diperoleh, yang mengacu pada tujuan penelitian yang ingin dicapai sehingga dapat diambil beberapa tindakan perbaikan dan juga dapat diambil kesimpulan dari hasil analisis tersebut.

3.8. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pengolahan data hasil analisis yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan dan saran mengenai permasalahan yang diteliti. Kesimpulan dan saran ini akan dijadikan sebagai rekomendasi perbaikan untuk dapat meningkatkan produktivitas bagi PT Bridgestone Tire Indonesia agar perusahaan juga dapat bersaing dengan perusahaan lain di pasaran baik secara nasional maupun secara internasional.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Data Umum Perusahaan

4.1.1. Profil Perusahaan

PT Bridgestone Tire Indonesia adalah perusahaan “*joint venture*” antara perusahaan swasta Indonesia dan Jepang yang didirikan untuk memasok produk *tire, tube, & flap* yang bermutu tinggi baik untuk pelanggan di Indonesia maupun untuk manca negara. PT Bridgestone Tire Indonesia didirikan berdasarkan UU Pemerintah Republik Indonesia No.1 Tahun 1967 tentang Penanaman Modal Asing (PMA). PT Bridgestone Tire Indonesia berlokasi di tiga tempat yaitu Jakarta, Bekasi, dan Karawang.



Gambar 4.1 Logo Perusahaan

Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

Nama Perusahaan	: PT BRIDGESTONE TIRE INDONESIA
Didirikan	: 8 September 1973
Modal Awal	: US\$ 24.960.000,-
Pemegang Saham	: - Bridgestone Corporation (54,25%) - PT Sinar Bersama Makmur (45,75%)
Landasan Hukum	: - Surat Keputusan Menteri Perindustrian, No. 295/M/SK/8/1973, tanggal 11 Agustus 1973. - Surat Izin Presiden, No. B-84/Pres/8/1973, Tanggal 1 Agustus 1973.

Kantor Pusat

Alamat	: The Plaza Office Tower 11th Floor, Jalan M.H. Thamrin, Kavling 28-30, Jakarta
--------	--

Nomor Telepon/Fax : - Telepon +6221 – 2992 2830, 2992 2831
- Fax +6221 – 2992 2865, 2992 2866

Karyawan : 163 orang (per Maret 2014)

Bekasi Plant

Didirikan : 1 Januari 1975

Investasi : US\$ 182.171.400,-

Awal Produksi : 1 Oktober 1975

Lokasi : Jalan Raya Bekasi KM.27 Bekasi, Jawa Barat

Luas Area : 29,8 Ha

Karyawan : 2.103 orang (per Maret 2014)

Jenis Produk : *Automotive Tire, Tube, & Flap*

Karawang Plant

Didirikan : 17 September 1997

Investasi : US\$ 150.072.380,-

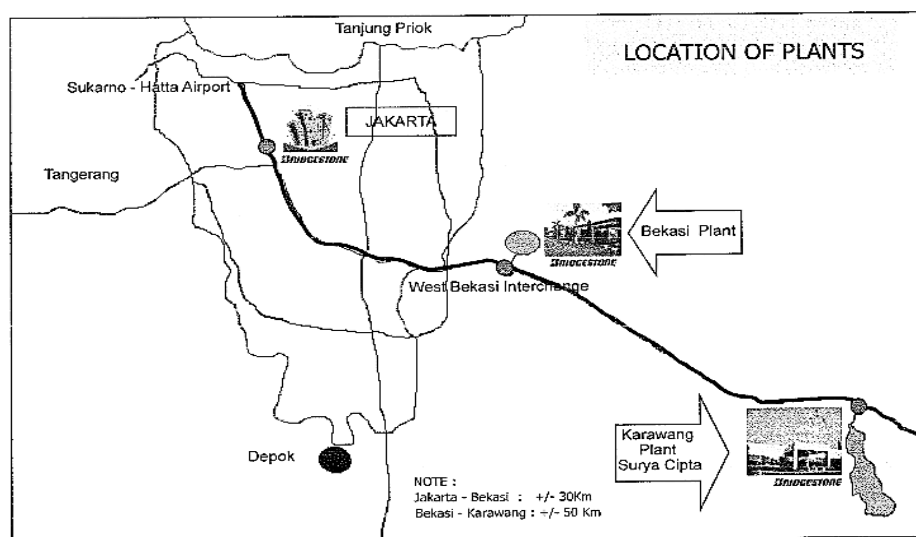
Awal Produksi : Januari 1999

Lokasi : Kawasan Industri Surya Cipta Kavling 8-13
Ciampel, Karawang Timur, Jawa Barat.

Luas Area : 37 Ha

Karyawan : 2.032 pekerja (per Maret 2014)

Jenis Produk : *Automotive Radial Tire*



Gambar 4.2 Lokasi PT Bridgestone Tire Indonesia

Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

4.1.2. Misi dan Kebijakan Perusahaan

PT Bridgestone Tire Indonesia mempunyai *tagline* “*Your Journey, Our Passion*” yang berarti “perjalanan Anda, semangat kami”. Maksud dari *tagline* ini adalah perusahaan akan selalu bersemangat untuk mendukung beragam gaya perjalanan konsumennya.

Sedangkan, misi perusahaan adalah “menyumbang masyarakat dengan mutu tertinggi” dengan menjalankan Prinsip Dasar Bridgestone, yaitu:

- *Seijitsu-Kyocho* (Intergritas dan Kerjasama)

Prinsip ini berpegang pada ketulusan hati dalam menjalankan pekerjaan, menghadapi orang lain, dan berpartisipasi dalam masyarakat serta mendorong kerjasama tim dengan tetap mengedepankan rasa saling menghargai dan menghormati keragaman keterampilan, perspektif, pengalaman, jenis kelamin dan ras. Dengan hal tersebut kita dapat menciptakan hasil yang positif.

- *Shinshu-Dokuso* (Pelopor Kreativitas)

Prinsip ini untuk mengetahui dan memahami yang terjadi di dunia dari sudut pandang pelanggan sehingga kita pun dapat mengantisipasi apa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Berdasarkan hal tersebut, semua pihak yang terkait dengan Bridgestone harus proaktif dalam menciptakan beragam kreasi yang lebih bermanfaat bagi masyarakat. Juga harus mampu mencari dan menciptakan peluang pasar baru di dunia dengan metode sendiri yang unik.

- *Genbutsu-Genba* (Peninjauan Lapangan)

Prinsip ini bermaksud untuk melangkahkan kaki ke lapangan dan memastikan kenyataan dengan mata kepala sendiri. Dengan tidak merasa puas dengan kondisi yang ada, Perusahaan harus membandingkannya dengan “kondisi yang ideal” dan membuat keputusan yang tepat untuk mencapai kondisi terbaik.

- *Jukuryo-Danko* (Kematangan Tindakan)

Prinsip ini berupa pemikiran yang dalam tentang segala kemungkinan pada beragam situasi untuk mengambil tindakan. Serta menentukan arah yang

harus ditempuh, setelah mengidentifikasi intisarynya. Hal tersebut dilakukan dengan kecepatan dan daya tahan yang kuat.

Dengan misi tersebut PT Bridgestone Tire Indonesia bercita-cita untuk menawarkan yang terbaik bagi pelanggan dan untuk masyarakat, tidak hanya dalam hal produk, layanan, dan teknologi, tetapi juga dalam semua kegiatan perusahaan. Dengan menepati komitmen terhadap kualitas yang tidak hanya untuk mendapatkan keuntungan semata, tetapi timbul dari semangat untuk meningkatkan keselamatan dan kehidupan nyaman dalam segala aspek bagi semua orang di seluruh dunia. Misi dan prinsip dasar yang ditetapkan perusahaan disebut sebagai ***Esensi Bridgestone*** yang siap mendukung kebijakan negara dalam menggalakkan ekspor produk non-migas dengan mengusahakan peningkatan penjualan ekspor. Perusahaan memperluas ekspornya ke Asia, Jepang, U.S.A., Oceania, Eropa, negara-negara Timur Tengah dan Afrika.

4.1.3. Sejarah dan Perkembangan Perusahaan

Sejarah serta perkembangan PT Bridgestone Tire Indonesia adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Sejarah dan Perkembangan PT Bridgestone Tire Indonesia

Tahun	Pencapaian
1975	Produksi ban pertama dilakukan di pabrik Bekasi pada tanggal 1 Oktober 1975, yaitu ban truk dan bus.
1976	1. Pada bulan Januari, produksi dan pemasaran untuk komersial dimulai melalui jalur keagenan di seluruh Indonesia. Jumlah agen diseluruh Indonesia sampai sekarang adalah 42 agen dan sub agen. 2. Pada tanggal 5 Februari perusahaan diresmikan oleh Menteri Perindustrian RI dan Gubernur Provinsi Jawa Barat, berlangsung di Pabrik Bekasi.
1977	Pada tahun ini pemasaran pertama ke perusahaan perakit kendaraan bermotor sebagai Original Equipment (OE). Jumlah perusahaan perakit tahun pertama yang disuplai berjumlah tiga perusahaan dan sampai sekarang telah mencapai 19 ATPM.

Lanjutan Tabel 4.1 Sejarah dan Perkembangan PT Bridgestone Tire Indonesia

Tahun	Pencapaian
1979	Produksi pertama ban dengan konstruksi radial yaitu ban radial dengan benang tekstil dengan kembang/pattern RD 102, ban ini untuk mobil penumpang/sedan.
1980	Perluasan pabrik tahap kedua di Bekasi selesai, sehingga kapasitas produksi juga meningkat.
1982	Di bulan Januari dilakukan peresmian Loka Latihan Keterampilan Bridgestone (LLKBS), sebagai sumbangan Bridgestone kepada masyarakat di bidang pendidikan, dengan membantu para lulusan STM menjadi tenaga kerja siap pakai. Total siswa sampai angkatan 24 (tahun 2005) = 516 orang, sudah lulus = 468 orang dan menjadi karyawan BSIN = 236 orang.
1982	Pada bulan Juni, ekspor perdana ke New Caledonia dan kini telah mengekspor ke 71 negara di lima benua.
1990	Pembentukan jaringan Toko Model (TOMO) guna memperkuat jaringan pemasaran domestik, sampai sekarang jumlah TOMO di seluruh Indonesia mencapai 185 toko. TOMO adalah toko ban binaan Bridgestone, dan Bridgestone telah memberikan binaan dengan training, seminar tentang pengetahuan ban, cara pemasaran dan informasi teknologi ban, sehingga toko mampu memberikan solusi dan servis yang baik sesuai kebutuhan konsumen.
1994	Perusahaan memperoleh sertifikat Kecelakaan Nihil atau Zero Accident Certificate dari Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia.
1995	Pada bulan Januari perusahaan memperoleh sertifikat mutu ISO 9002 dari Llyod's Register Quality Assurance Limited, Inggris.
1997	1. Bulan April dimulai pembangunan pabrik di Karawang Timur, Jawa Barat. 2. Perusahaan memperoleh Akreditasi Mutu ISO 9001 & QS 9000.
1999	1. Peresmian pabrik di Karawang pada tanggal 9 September dan peluncuran produk pertama dengan teknologi AQ DONUTS (<i>Advance Quality Driver Oriented New Ultimate Tire Science</i>), yaitu ban radial RE711. 2. Ekspor perdana ke Amerika Serikat.
2000	1. Memperoleh akreditasi mutu ISO 14001. 2. Peresmian <i>Proving Ground</i> (Sirkuit Tes Mutu Ban), sebagai sirkuit

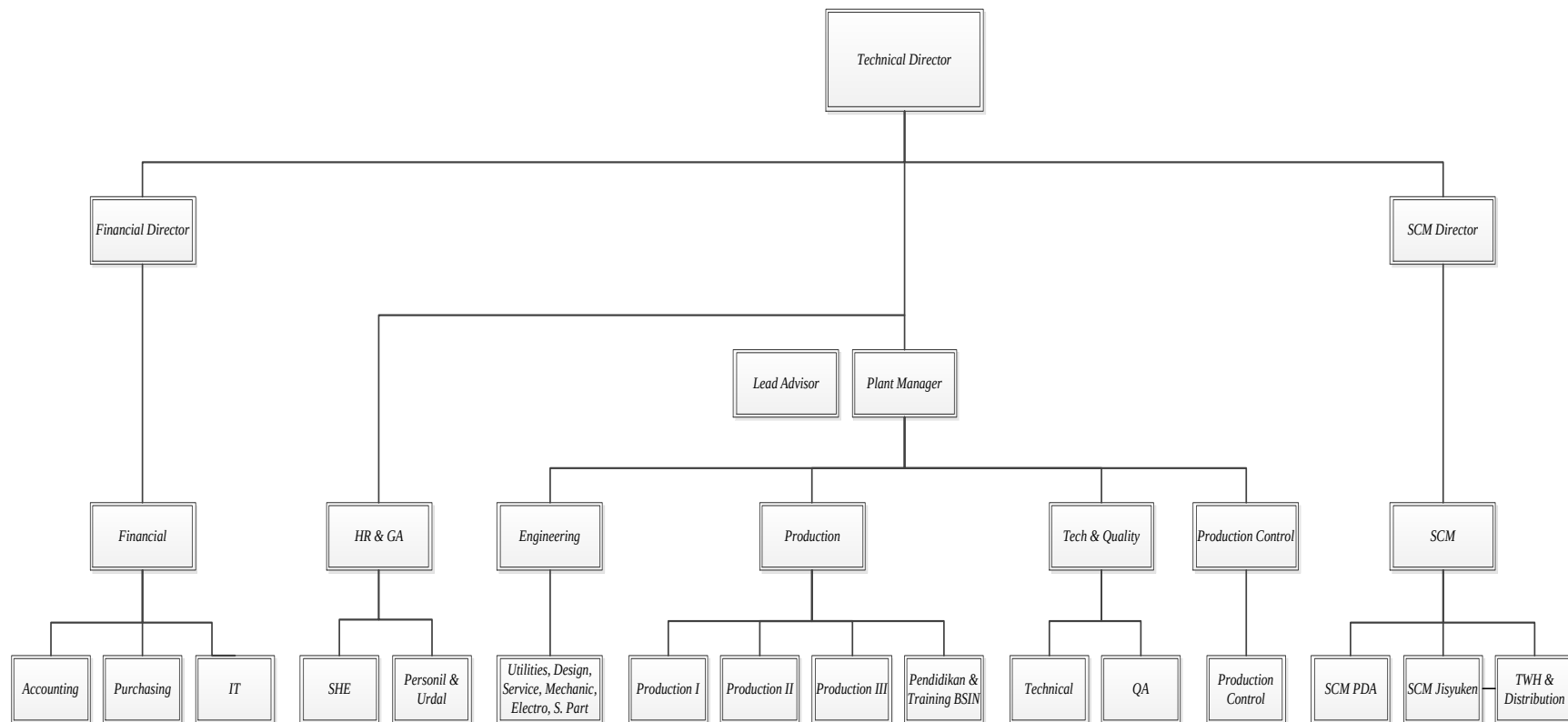
Lanjutan Tabel 4.1 Sejarah dan Perkembangan PT Bridgestone Tire Indonesia

Tahun	Pencapaian
	tes mutu ban yang pertama di Indonesia dan peluncuran ban Turanza ER60.
2002	Peresmian sebagai salah satu basis ekspor dari Bridgestone Corporation, Japan.
2004	Memperoleh akreditasi mutu ISO/TS-16949.
2005	Peningkatan pengiriman ban radial ke Amerika, sekaligus basis distribusi Bridgestone Group.
2008	Peresmian perluasan pabrik di Karawang dengan memfokuskan produksi ban berperforma tinggi pada tanggal 28 Oktober.
2010	Diresmikan Bridgestone Indonesia Education Center (BINEC).
2011	Diresmikan Occupational Health & Safety Management System 2007 (OHSAS) & Awareness (OHSAS dan kesadaran), serta sertifikasi rekomendasi dari LRQA (<i>Llyod's Register Quality Assurance</i>) (<i>External Audit</i>).
2012	Sertifikasi dan Adopsi Occupational Health & Safety Management System 2007 (OHSAS : 2007).

Sumber: PT Bridgestone Indonesia

4.1.4. Struktur Organisasi

PT Bridgestone Tire Indonesia untuk Bekasi *Plant* memiliki tujuh departemen dengan pimpinan tertinggi yaitu *technical director*. Berikut adalah skema struktur organisasi di PT Bridgestone Tire Indonesia untuk Bekasi *Plant*.



Gambar 4.3 Struktur Organisasi PT Bridgestone Tire Indonesia

Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

4.1.5. Job Description

PT Bridgestone Tire Indonesia (Bekasi *Plant*) terbagi atas tiga direksi utama, yaitu *technical*, *financial*, dan SCM dengan tujuh departemen yang masing-masing departemen dipimpin oleh manajer. Dalam menjalankan tugasnya, para manajer dibantu oleh kepala seksi di setiap unit. Kepala seksi turun langsung mengawasi pekerja di lapangan. Tugas dan tanggung jawab masing-masing departemen adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 *Job Description* PT Bridgestone Tire Indonesia

<i>DIRECTOR</i>	<i>DEPARTMENT</i>	<i>SECTION</i>	<i>MAIN JOB</i>
1. <i>Financial</i>	<i>Financial</i>	<i>Purchasing</i>	1. Pembelian bahan baku dan perlengkapan/peralatan mesin. 2. Kontrol stok bahan baku dan estimasi pemakaian. 3. Survey dan mengadopsi <i>supplier</i> baru.
		<i>Accounting</i>	Kontrol keuangan, budget perusahaan
		IT (<i>Information Technology</i>)	1. Desain dan perawatan <i>software</i>. 2. <i>Back up soft data</i>. 3. Kontrol semua komputer dan jaringan.
2. <i>Technical</i>	<i>Production Control</i>	PC (termasuk <i>Industrial Engineering</i>)	1. Penerbitan pemesanan produksi. 2. Penerbitan kebutuhan pemakaian <i>raw material</i>. 3. Melakukan kontrol <i>loading time</i>/mesin, <i>man power</i> dan <i>material</i>. 4. Kontrol aktifitas peningkatan berkelanjutan.

Lanjutan Tabel 4.2 *Job Description* PT Bridgestone Tire Indonesia

<i>DIRECTOR</i>	<i>DEPARTMENT</i>	<i>SECTION</i>	<i>MAIN JOB</i>
3. <i>Supply Chain Management (SCM)</i>	SCM	<i>Production & Distribution Administration (PDA), TWH, RMH & TPS Jishuken</i>	1. Menyusun perencanaan produksi dan budget untuk <i>long term</i> dan <i>short term</i>. 2. Budget perlengkapan/<i>equipment</i> (terkait <i>curing</i>). 3. Penerbitan <i>order</i> produksi (khusus <i>curing</i>). 4. Menyusun perubahan <i>size</i> dan <i>size</i> baru. 5. Kontrol dan pendistribusian <i>business plan</i>. 6. Sebagai <i>window</i> penanganan 8013 (PC BSJ) & konfirmasi dengan <i>sales</i>. 7. <i>Finished goods</i>, kontrol stok, penyimpanan, pendistribusian dan pengiriman. 8. Penerimaan, pengiriman & <i>control stock raw material</i>. 9. TPS Jishuken.
4. <i>Technical</i>	<i>Engineering</i>	<i>Utilities, Design, Service, Mechanic, Electro, Spare Part</i>	1. Desain dan instalasi mesin baru. 2. <i>Preventive & Predictive maintenance</i>. 3. Perbaikan mesin dan <i>energy manufacturing</i>. 4. <i>Accuracy machine</i> & kalibrasi peralatan penguji/alat ukur. 5. <i>Tooling management</i> & <i>control spare part</i>.

Lanjutan Tabel 4.2 *Job Description* PT Bridgestone Tire Indonesia

<i>DIRECTOR</i>	<i>DEPARTMENT</i>	<i>SECTION</i>	<i>MAIN JOB</i>
5. <i>Technical</i>	<i>Technical dan QA</i>	<i>Quality Assurance (termasuk Laboratorium)</i>	1. Membuat, menetapkan, meninjau dan menjaga QMS. 2. Kontrol tindakan perbaikan/pencegahan <i>quality trouble</i>. 3. Penerbitan, menjaga, dan kontrol <i>standard</i>. 4. Pengaturan produk dan ketidaksesuaian <i>raw material</i>. 5. Evaluasi produk. 6. <i>Control Capability Process</i> 7. Kontrol perbaikan/pencegahan <i>claim</i>. 8. Menentukan stop produksi. 9. Inspeksi <i>raw material, inprocess</i> dan produk. 10. Kontrol aktifitas peningkatan berkelanjutan (audit QMS, proses dan produk).
		<i>Technical</i>	1. Penerbitan <i>process card</i>. 2. <i>Trial new product</i> dan <i>judgement</i> untuk mass production. 3. Membuat, menetapkan, dan meninjau prosedur kerja. 4. Pengaturan <i>nonconforming material inprocess</i>. 5. Perbaikan proses (<i>quality & capacity</i>). 6. Menentukan spesial karakteristik.

Lanjutan Tabel 4.2 *Job Description* PT Bridgestone Tire Indonesia

<i>DIRECTOR</i>	<i>DEPARTMENT</i>	<i>SECTION</i>	<i>MAIN JOB</i>
6. <i>Technical</i>	<i>Production</i>	<i>Production I, II, III, dan Pendidikan & Training BSIN</i>	1. Membuat produksi berdasarkan <i>order/</i> pengiriman. 2. Perbaiki produk <i>defect</i>, <i>cost</i> & kapasitas. 3. Memberikan fasilitas pendukung untuk penelusuran dan menjaganya. 4. <i>Continual improvement activities control</i> (SRC, SZD).
7. <i>Technical</i>	HR & GA	SHE dan Personil & Urdal	1. Pengembangan sumber daya manusia (pengadaan tenaga kerja, kesejahteraan, upah, keselamatan, pelatihan, pendidikan, kompetensi). 2. Motivasi dan keterlibatan karyawan. 3. Perawatan infrastruktur. 4. Implementasi ISO 14001. 5. Keamanan, hubungan umum & mengikuti peraturan pemerintah.

Sumber: PT Bridgestone TireIndonesia

4.2. Produk Perusahaan

Permintaan konsumen untuk produk yang dihasilkan oleh PT Bridgestone *Tire* Indonesia dalam berbagai jenis ban sangat tinggi. Produk yang dihasilkan PT Bridgestone *Tire* Indonesia yaitu ban kendaraan penumpang, ban komersial (truk, truk ringan, bus dan mini bus), ban untuk keperluan industri, ban untuk keperluan pertanian dan untuk pemakaian di medan yang berat.

Seluruh produk Bridgestone dirancang dan dikembangkan melalui penelitian yang mendalam dan pengembangan secara terus-menerus, tidak hanya di Indonesia tetapi juga di pusat pengembangan teknologi ban di Tokyo, Jepang yang menggunakan teknologi terbaru. Sehingga kualifikasi dan syarat mutu

Bridgestone telah memenuhi standar internasional. Sebagai produsen ban utama di Indonesia, Bridgestone memiliki berbagai keunggulan antara lain, jaminan mutu bagi setiap produk Bridgestone, produk–produk sangat inovatif sesuai kebutuhan pelanggan, layanan penjualan yang dekat dengan pelanggan, serta dukungan manajemen dan infrastruktur yang sangat memadai.

PT Bridgestone Tire Indonesia telah mendapatkan pengakuan mutu produknya oleh *Bridgestone Corporation* sehingga mendapat kepercayaan sebagai basis ekspor Bridgestone ke seluruh dunia. Hal ini merupakan dorongan bagi PT Bridgestone Tire Indonesia untuk lebih meningkatkan mutu produk dan kapasitas produksinya. Jaringan pemasaran Bridgestone mencakup; Domestik, *REP/Replacement* (penjualan ke agen) dan *OEM/Original Equipment Manufacturing* (penjualan ke perusahaan perakit mobil kendaraan) ekspor. Beberapa produk dari PT Bridgestone Tire Indonesia, yaitu:

1. Produk-produk *tire* seperti;
 - a) *Passenger tire*, baik *premium tire* seperti *Potenza*, *high performance tire* seperti *Techno*, *comfort and silent tire* seperti *Turanza*, dan *ecoproducts* seperti *Ecopia*.
 - b) *Light Truck and Van (LTV) Tire*, untuk *van radial tire* seperti *Bison B-623* dan untuk *light truck bias tire* seperti *Mighty Rib A (MRA)*.
 - c) *Products 4x4 (Dueler)* seperti *Dueler Highway Performance (H/P 680)* dan *Dueler Highway Terrain (H/T 840)*.
 - d) *Truck and Bus Bias (TBS) Tire* seperti *E-Miler Super-A (EMSA)* dan *E-Miler Long Service (EMLS)*.
 - e) *Truck and Bus Radial (TBR) Tire* seperti *R151* dan *R172*.
 - f) Produk Industrial yaitu *J-LUG* dan *U-LUG*.
 - g) Produk Agrikultural yaitu *Farm Service Lug M* dan *Farm Service Rib A*.
 - h) Produk *Off Road* yaitu *Bridgestone Off The Road (Fast Grip/FG)*.



Gambar 4.4 Produk Tire

Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

2. Produk *tube* seperti;
 - a) *Original replacement tube* seperti 872Z TR-77A dan 802X JSP2.
 - b) *Light truck tube* seperti 811X TR-177A dan 812X TR-76A.
 - c) *Tube* agrikultural seperti 090Z TR-13.
 - d) *Passenger tube* seperti 836Z TR-13 (R) dan 824Z TR-13 (R).
 - e) *Tube* industrial seperti 076X TR-244 dan 517Z JS-2.
 - f) *Truck bus tube* seperti 804W TR-175A dan 804X TR-77A.
3. Produk *flap*.
 - a) *Replacement flap*
 - b) *Original equipment flap*

Pada tugas akhir ini akan membahas mengenai mesin *curing* yang memproduksi *flap* (lidah ban) berikut akan dijelaskan tentang *flap* itu sendiri dan proses

pembuatan produk *flap* (lidah ban). PT Bridgestone Tire Indonesia Bekasi Plant memproduksi beberapa tipe *flap*. Masing-masing tipe *flap* memiliki spesifikasi yang berbeda, tetapi dalam proses produksinya melalui rangkaian proses yang sama. *Flap* berfungsi untuk mencegah kerusakan ban yang mana *flap* tersebut disisipkan diantara pelek dan ban dalam, supaya ban dalam tidak terjepit diantara *bead* dan *flens* dari pelek.

Flap digunakan untuk truk dan bis yang memakai *flat base rim* (pelek dengan dasar rata). *Rim band* digunakan untuk truk kecil yang memakai *Drop center rim* (pelek yang bagian tengahnya lebih rendah, tidak rata), dan untuk sepeda motor yang memakai pelek berjari-jari. *Flap* dapat menjaga ban dalam dari kerusakan atau tertusuk oleh sebab-sebab berikut:

1. Pergerakan dari *Bad Toe*.
2. *Gap* (jarak yang kecil) diantara pelek utama dan flensnya dari pelek jenis *flat base* (dasar rata). Seperti diketahui pelek jenis ini terdiri dari dua bagian yaitu pelek utama dan *flens* atau yang dalam bahasa sehari-hari sering disebut *ring*.
3. *Gap* yang terdapat ditengah dari pelek jenis terpisah (*devided type*).
4. Kepala paku keling dari pelek jenis *drop center* (bagian tengah lebih rendah) atau pelek yang berjari-jari.

Dengan maksud untuk mencegah kerusakan semacam itu, *Flap* disisipkan diantara pelek dan ban dalam. *Flap* kebanyakan digunakan untuk truk dan bis jenis *Flat Base*, untuk ban OR, untuk LT dengan pelek jenis *shallow bottom* (dasarnya dangkal), dan untuk ban ID dengan pelek jenis *devided* (terpisah).

Gambar dari produk flap dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.5. Produk *Flap*

Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

4.2.1. Proses Produksi *Flap*

Proses produksi *flap* di PT Bridgestone Tire Indonesia Bekasi Plant secara garis besar terdiri dari tiga proses utama, yaitu proses *extruding*, *vulcanizing/curing*, dan *inspection*. Berikut adalah penjabaran proses pembuatan *flap*.

1. Proses *Extruding*

Proses *extruding* merupakan proses pertama dalam pembuatan *flap*. Hasil dari proses ini disebut dengan *green flap* (GF). Rangkaian proses *extruding* adalah sebagai berikut:

1.1 Zig Zag Cutter

Diawali dengan *check and confirmation* (2C) yang dilakukan oleh operator di area kerja tersebut dengan mengecek kondisi mesin dan konfirmasi kesesuaian antara *size* produk yang akan dikerjakan dengan *tag barcode compound* agar tidak terjadi *missproduction*. *Zig Zag Cutter* berfungsi untuk memotong *compound* secara berliku-liku, awalnya *compound* memiliki ketebalan yang besar, setelah itu dipotong secara berliku-liku akan menghasilkan *compound* dengan ketebalan yang lebih kecil. Sehingga memudahkan pada saat pengerjaan di mesin *warming-up roll*.

1.2 *Warming-up Roll*

Warming-up roll berfungsi untuk melunakan *compound* hasil proses *banburry* melalui penyaluran panas dengan suhu $\pm 80^{\circ}$ tujuannya adalah agar *compound* mudah digulung dan mudah dibentuk.

1.3 *Finishing Roll*

Berlanjut ke *semifinishing roll*, *finishing roll*, dan *strainer*. *Strainer* berguna untuk menyaring *compound* agar bebas dari material asing. Kondisi saringan pada *strainer* harus diperhatikan agar tidak menimbulkan kegagalan seperti *foreign material in side* (FMIS). Seluruh aktivitas dilakukan di *warming-up roll machine*. Hasil dari tahapan ini adalah gulungan *compound* yang siap masuk ke subproses berikutnya.

1.4 Extruder

Pada subproses ini *compound* hasil *finishing roll* akan diproses di mesin *extruding* yaitu model mesin *train* menggunakan *belt conveyor*. Aktivitas dimulai dengan melaksanakan 2C yaitu operator mengecek kondisi mesin dan *setting speed* mesin serta mengkonfirmasi *setting* ketebalan dengan *size* produk yang akan dikerjakan. Selanjutnya *compound* diekstrusi di mesin *extruder* untuk membentuk konstruksi dimensi tebal dan lebar pada *flap* menggunakan cetakan yang berada di ujung mesin *extruder* dan di saat yang bersamaan secara otomatis mesin akan meniupkan *talc* ke bagian dalam GF. *Talc* ini berfungsi untuk mencegah GF bagian dalam atas dan bawah menempel.

1.5 Colling Water

GF yang masih panas akan didinginkan dalam bak *cooling water* yang berisi air dengan suhu 16° – 18° C sebelum diproses lebih lanjut agar GF mudah dan tidak lengket pada saat dipotong dengan menggunakan mesin *cutting*.

1.6 *Cutting*, pada tahap ini GF akan dipotong secara otomatis oleh mesin sesuai dengan hasil *setting* ukuran panjang di awal proses.



Gambar 4.6. Hasil *Cutting* GF

Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

1.7 *Booking*, yaitu tahap terakhir dalam proses *extruding*. Pada tahap ini dipindahkan ke *daisha* dengan susunan dan jumlah yang telah ditentukan sekaligus dilakukan pengecekan tebal, panjang, lebar, dan berat GF oleh operator sebelum melangkah ke proses selanjutnya.

2. Proses *Vulcanizing/Curing*

Proses *vulcanizing/curing* (pemasakan) adalah proses kedua yaitu dengan melakukan vulkanisasi pada GF menggunakan mesin *curing*.

2.1 Vulcanizing

Proses ini adalah proses pembentukan *flap* dengan membutuhkan suhu panas $\pm 180^{\circ}$ dan sejumlah tekanan *steam* yang sangat tinggi dengan waktu yang telah ditentukan sesuai *size flap*. Hasil dari proses *curing* adalah *final flap*.

2.2 Trimming

Setelah proses *curing* kemudian produk flap di *trimming* dimana proses ini yaitu memotong sisa-sisa hasil proses *curing* biasanya akan dilakukan *trim* pada bagian pinggir dalam dan luar dari *flap*.

2.3 Booking

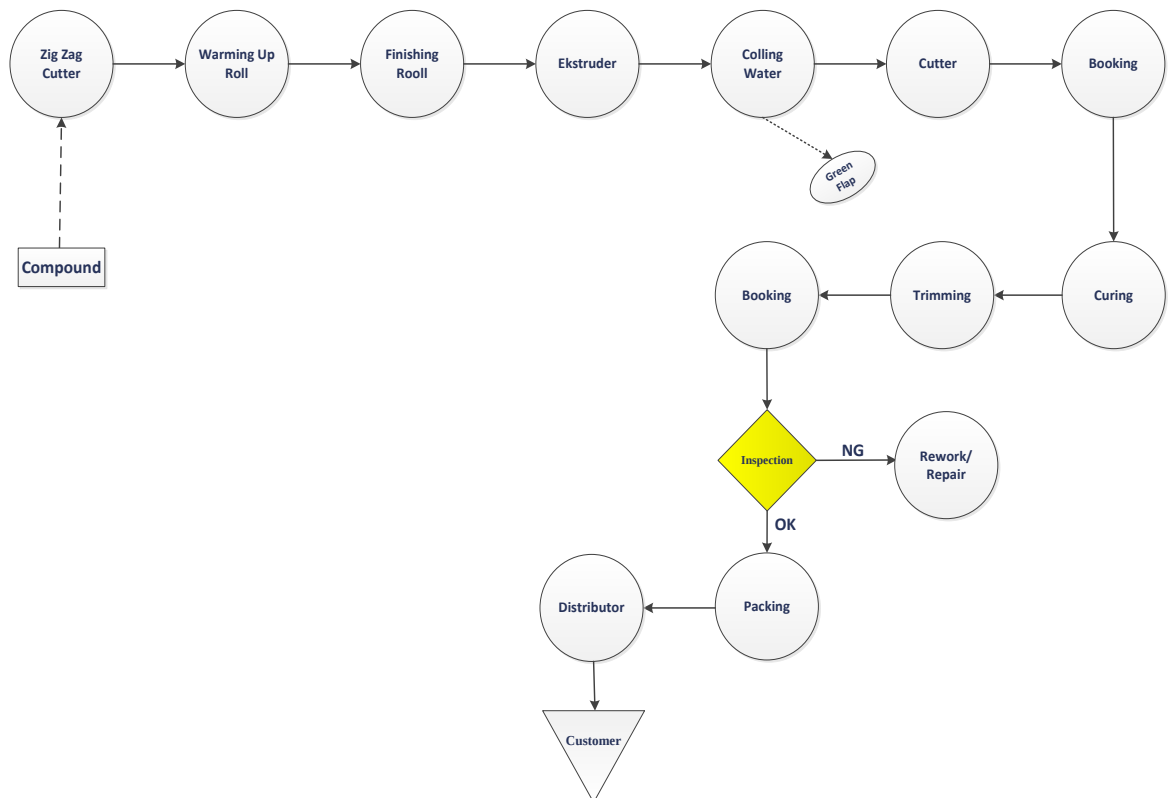
Proses *booking* adalah proses terakhir dalam proses vulcanizing. Pada tahap ini *final flap* akan dimasukkan ke dalam kotak dan dikirimkan ke bagian pemeriksaan.

3. Inspection

Proses pemeriksaan ini menggunakan proses pemeriksaan 100% yaitu pemeriksaan satu persatu produk *flap*, bukan pemeriksaan secara sampling. *Flap* diperiksa secara visual untuk memastikan produk sesuai spesifikasi. Proses ini tentu saja tidak menggunakan mesin, jadi ketelitian operator sangat dibutuhkan. Bagian *flap* yang harus diperiksa oleh operator adalah bagian luar, bagian dalam, dan bagian sambungan. Apabila ditemukan *flap* yang cacat maka akan segera dipisahkan untuk dilakukan *judgement* apakah *flap* masuk kategori *rework* atau *scrap*. Jika termasuk kategori *rework* akan dilakukan pengerjaan ulang sedangkan defect akan dipotong-potong dan dibuang karena sudah tidak termasuk dalam kategori OK. Produk yang dinyatakan OK akan segera dimasukkan ke dalam kotak sesuai ukuran dan dibawa ke gudang penyimpanan, yang kemudian akan dikirimkan pada pemesan baik dalam negeri maupun luar negeri (internasional).

Diagram Flow Process Flap

Berikut digambarkan proses produksi *flap* dalam bentuk diagram *flow*



Gambar 4.7. Flow Process Chart

Sumber: PT Baridgestone Tire Indonesia

4.3. Fasilitas Perusahaan

PT Bridgestone Tire Indonesia telah membuktikan statusnya sebagai salah satu pabrikan ban terkemuka. Fasilitas penunjang yang disediakan perusahaan guna mengembangkan dan melakukan inovasi dalam menghasilkan ban yang berkualitas tinggi antara lain sebagai berikut:

1. Proving Ground

Guna meningkatkan kualitas produknya, membuat proving ground atau sirkuit mini tes uji coba ban telah menjadi bagian dalam proses menjaga kualitas produk sebelum dipasarkan. *Proving Ground* Indonesia dibangun di atas lahan 62.500 m² dengan panjang lintasan utama 1.971 m. Memiliki lintasan lurus 850 m dan 5

tikungan di sepanjang lintasan utama. Pada sirkuit ini juga dilengkapi dengan 8 jenis permukaan jalan khusus, tikungan beradius 50 m dan 32 m untuk pengujian medan basah dan kering.



4.8. *Proving Ground Indonesia*
Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

2. Bridgestone Indonesia *Education Center* (BINEC)

Bridgestone Indonesia *Education Center* (BINEC) didirikan untuk memperkuat pengetahuan, *skill* dan pelayanan terbaik kepada semua *customer*, seperti Distributor, Toko Model, *Fleets*, dan lain-lain (termasuk staf internal BSIN) dengan berbagai macam *training*. Ini dimaksudkan untuk mencapai misi perusahaan melalui pelayanan terbaik dari staf ahli yang berpengalaman kepada semua *customer*.

Pelatihan di BINEC tetap berpedoman pada:

- 1) Keselamatan adalah prioritas paling tinggi dari pada yang lain.
- 2) Fasilitas (yang) ramah lingkungan
- 3) Memperkenalkan standar PIT terkini.
- 4) Untuk efisiensi kerja dengan mengikuti standar PIT terkini di dunia.



Gambar 4.9. Bridgestone Indonesia *Education Center* (BINEC)
Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

3. Loka Latihan Keterampilan Bridgestone (LLKBS)

Untuk membantu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dalam rangka pengembangan dunia industri di Indonesia.



Gambar 4.10. Loka Latihan Keterampilan Bridgestone (LLKBS)

Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

4. Laboratorium dan Fasilitas Pengujian

PT Bridgestone Tire Indonesia memiliki fasilitas laboratorium dan fasilitas pengujian lainnya guna menjaga dan meningkatkan kualitas produknya sebelum dipasarkan. Berikut diperlihatkan gambar fasilitas pengujian yang dimiliki perusahaan.



Gambar 4.11. Laboratorium dan Tempat Pengujian Tire

Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

4.4. Ketenagakerjaan dan Kesejahteraan Karyawan

4.4.1. Tenaga Kerja

Pembagian tenaga kerja di PT Bridgestone Tire Indonesia dibagi menjadi dua bagian menurut jenis pekerjaannya, yaitu:

1) Tenaga Kerja Langsung

Tenaga kerja langsung yaitu tenaga kerja yang secara langsung turun ke *line* dalam penanganan proses produksi, misalnya operator dan teknisi.

2) Tenaga Kerja Tidak Langsung

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

4.4.2. Waktu Kerja

Pembagian jam kerja untuk karyawan perusahaan ini adalah sebagai berikut:

1) Non *Shift*:

- a. Jam Kerja : 08.00 – 16.45 WIB
- b. Waktu Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB

2) Sistem *Shift*:

Tabel 4.3 Jam Kerja Sistem *Shift*

<i>Shift</i>	Jam Kerja/Dinas	Jam Istirahat
I	08.00 – 16.10 WIB	11.45 – 12.45 WIB
II	16.00 – 00.10 WIB	19.45 – 20.45 WIB
III	00.00 – 08.10 WIB	03.45 – 04.45 WIB

Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

4.4.3. Sistem Penggajian

Besar gaji atau upah yang diberikan perusahaan kepada tenaga kerjanya disesuaikan dengan jabatan masing-masing dan standar gaji di wilayah Bekasi. Pemberian gaji dilakukan setiap bulan sesuai dengan jam kerja regular dan jam kerja lembur masing-masing pekerja. Adapun tunjangan-tunjangan yang diperoleh para karyawan diantaranya adalah:

1. Tunjangan pangkat dan jabatan
2. Tunjangan keluarga
3. Makan

4. Transport
5. Tunjangan kerja, ranking, dan hadir
6. Tunjangan *carbon* (bagi pekerja yang bekerja di area *carbon*)
7. Tunjangan *shift* (bagi pekerja *shift* II dan III)
8. Tunjangan *extra fooding* (bagi pekerja *shift* III)
9. Jaminan kesehatan dan Jaminan Sosial
10. Bonus

4.5. Pengolahan Data

Pada pengolahan data dalam penelitian pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dilakukan pengambilan data mengenai mesin *curing* seperti data *planned downtime*, *ideal cycle time* dan laporan harian operator (*daily schedule control*) dan pengambilan data secara langsung di lapangan.

Hal yang pertama-tama dilakukan dalam pengolahan data ini yaitu melakukan pengukuran terhadap nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk masing-masing mesin *curing*. Pada perhitungan OEE tergantung pada tiga rasio utama, *availability*, *performance*, dan *quality*. Berdasarkan hal tersebut maka untuk mendapatkan nilai OEE, nilai ketiga ratio tersebut harus diperoleh terlebih dahulu. Nilai OEE dari setiap perusahaan bisa dikatakan memenuhi standar *world class* apabila sudah sesuai dengan kriteria berikut: 90% *availability*, 95% *performance efficiency*, 99,9% *rate of quality products*, dan 85% OEE.

Selanjutnya setelah nilai OEE didapatkan, maka dilakukan pengolahan terhadap nilai *losses* (kerugian) sebagaimana yang telah diuraikan pada subbagian terdahulu, yaitu dengan melihat hubungan dari nilai *losses* (kerugian) tersebut terhadap nilai OEE serta kecenderungan dari *losses* (kerugian) tersebut.

Setelah didapatkan nilai *availabiliy*, *performance efficiency*, dan *rate of quality* setiap mesin serta mengetahui nilai kerugian, maka langkah berikutnya adalah mencari penyebab-penyebab masalah yang berkaitan dengan nilai OEE yang diperoleh.

Dengan demikian pada pengolahan data ini terdiri dari tiga langkah, yaitu:

1. Mengukur nilai OEE
2. Mencari hubungan antara nilai OEE terhadap *losses* peralatan.
3. Mencari penyebab masalah yang berkaitan dengan nilai OEE.

4.5.1. Data Produksi *Flap* (lidah ban)

Data produksi di PT Bridgestone Tire Indonesia pada bulan Januari-Desember 2015 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.4. Data Produksi *Flap* (lidah ban) Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	Production Targe (unit)	Total Product (unit)	Gross Product (unit)	Deffect (unit)		
				Scrap	Rework	Total
Januari 2015	13.679	13.670	12.205	12	1.453	1.465
Februari 2015	12.979	12.970	11.477	11	1.482	1.493
Maret 2015	13.786	13.775	12.112	9	1.654	1.663
April 2015	13.788	13.780	12.031	10	1.739	1.749
Mei 2015	13.760	13.750	11.899	9	1.842	1.851
Juni 2015	13.958	13.950	11.997	11	1.942	1.953
Juli 2015	14.275	14.270	12.491	8	1.771	1.779
Agustus 2015	14.177	14.170	12.550	11	1.609	1.620
September 2015	13.996	13.990	12.378	7	1.605	1.612
Oktober 2015	13.660	13.650	11.978	10	1.662	1.672
November 2015	13.679	13.670	12.010	9	1.651	1.660
Desember 2015	13.666	13.660	11.865	9	1.786	1.795

Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

Tabel 4.5. Data *Available Time* Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	Total Days (hari)	Available Time (menit)
Januari 2015	31	44.640
Februari 2015	28	40.320
Maret 2015	31	44.640
April 2015	30	43.200
Mei 2015	31	44.640
Juni 2015	30	43.200
Juli 2015	31	44.640
Agustus 2015	31	44.640
September 2015	30	43.200
Oktober 2015	31	44.640
November 2015	30	43.200
Desember 2015	31	44.640

Sumber: PT Bridgesrone Tire Indonesia

4.5.2. Perhitungan Nilai *Availability*

Availability adalah rasio yang menunjukkan penggunaan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Adapun data-data yang digunakan dalam pengukuran adalah *available time*, *planned downtime*, *downtime (breakdowns, setup dan adjustment)*. Untuk mendapatkan nilai *availability* dihitung terlebih dahulu *loading time* dengan rumus berikut:

$$\text{Loading Time} = \text{available time} - \text{planned downtime}$$

Perhitungan *Loading Time* untuk bulan Januari 2015 adalah sebagai berikut:

$$\text{Loading Time} = 44.640 \text{ menit} - 990 \text{ menit} = 43.650 \text{ menit}$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *Availability* untuk bulan Januari-Desember 2015 disajikan pada tabel IV.6. berikut:

Tabel 4.6. Data *Loading Time* Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	<i>Available Time</i> (menit)	<i>Planned Downtime</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)
Januari 2015	44.640	990	43.650
Februari 2015	40.320	900	39.420
Maret 2015	44.640	990	43.650
April 2015	43.200	960	42.240
Mei 2015	44.640	990	43.650
Juni 2015	43.200	960	42.240
Juli 2015	44.640	990	43.650
Agustus 2015	44.640	990	43.650
September 2015	43.200	960	42.240
Oktober 2015	44.640	990	43.650
November 2015	43.200	960	42.240
Desember 2015	44.640	990	43.650

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa *loading time* terbesar adalah pada bulan Januari, Maret, Mei, Juli, Agustus, Oktober, dan Desember 2015 yaitu 43.650 menit sedangkan *loading time* terkecil yaitu pada bulan Februari 2015 yaitu 39.420 menit.

Selanjutnya menghitung *downtime* yang terdiri dari *breakdowns*, *setup* dan *adjustment*. Rumus yang dapat digunakan yaitu:

$$Downtime = breakdowns + setup + adjustment$$

Perhitungan *Downtime* untuk bulan Januari 2015 adalah sebagai berikut:

$$Downtime = 965 \text{ menit} + 780 \text{ menit} + 217 \text{ menit} = 1.962 \text{ menit}$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *Availability* untuk bulan Januari-Desember 2015 disajikan pada tabel 4.7. berikut:

Tabel 4.7. Perhitungan *Downtime* Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	<i>Breakdowns</i> (menit)	<i>Setup</i> (menit)	<i>Adjusment</i> (menit)	<i>Total Downtime</i> (menit)
Januari 2015	965	780	217	1.962
Februari 2015	593	728,6	240	1.561,6
Maret 2015	951	715	200	1.866
April 2015	1.004	720	215	1.939
Mei 2015	1.039	705,4	220	1.964,4
Juni 2015	1.082	735	200	2.017
Juli 2015	915	670,4	215	1.800,4
Agustus 2015	641	672,2	225	1.538,2
September 2015	586	733,2	215	1.534,2
Oktober 2015	667	788,2	220	1.675,2
November 2015	943	770	240	1.953
Desember 2015	633	706,8	220	1.559,8

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa total *downtime* terbesar pada bulan juni 2015 yaitu 2.017 menit, hal ini disebabkan karena pada bulan juni merupakan *breakdowns* terbesar yaitu 1.082 menit dan total *downtime* terkecil pada bulan September 2015 yaitu 1.534,2 menit hal ini disebabkan karena pada bulan tersebut *breakdowns* terkecil 586 menit.

Untuk mendapatkan nilai *availability* dihitung dengan rumus berikut:

$$Availa\ bility\ Rate = \frac{loading\ time-downtime}{loading\ time} \times 100\%$$

Perhitungan *Availability Rate* untuk bulan Januari 2015 adalah sebagai berikut:

$$Availa\ bility\ Rate = \frac{loading\ time-downtime}{loading\ time} \times 100\%$$

$$= \frac{43.650 \text{ menit} - 1.962 \text{ menit}}{43.650 \text{ menit}} \times 100\% = 95,51\%$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *Availability* untuk bulan Januari-Desember 2015 disajikan pada tabel IV.8. berikut:

Tabel 4.8. Perhitungan *Availability* Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Availability</i> (menit)
Januari 2015	43.650	1.962	95,51
Februari 2015	39.420	1.561,60	96,04
Maret 2015	43.650	1.866	95,73
April 2015	42.240	1.939	95,41
Mei 2015	43.650	1.964,40	95,50
Juni 2015	42.240	2.017	95,22
Juli 2015	43.650	1.800,40	95,88
Agustus 2015	43.650	1.538,20	96,48
September 2015	42.240	1.534,20	96,37
Oktober 2015	43.650	1.675,20	96,16
November 2015	42.240	1.953	95,38
Desember 2015	43.650	1.559,80	96,43

Sumber: Pengolahan Data

Tabel di atas memperlihatkan bahwa persentase *Availability* terbesar yaitu pada bulan Agustus 2015 sebesar 96,48% sedangkan yang terendah pada bulan Juni 2015 dengan persentase sebesar 95,22%.

4.5.3. Perhitungan *Performance Efficiency*

Performance Efficiency adalah rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang dinyatakan dalam persentase.

Perhitungan *performance efficiency* dimulai dengan perhitungan *operation time* dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{operation time} = \text{loading time} - \text{downtime}$$

Perhitungan *operation time* bulan Januari 2015

$$\begin{aligned}\text{operation time} &= \text{loading time} - \text{downtime} \\ &= 43.650 \text{ menit} - 1.962 \text{ menit} \\ &= 41.688 \text{ menit}\end{aligned}$$

Dengan demikian, perhitungan *operation time* untuk bulan Januari-Desember 2015 dapat dilihat pada tabel IV.9. di bawah ini:

Tabel 4.9. Perhitungan *Operation Time* Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)
Januari 2015	43.650	1.962,00	41.688
Februari 2015	39.420	1.561,60	37.858
Maret 2015	43.650	1.866,00	41.784
April 2015	42.240	1.939,00	40.301
Mei 2015	43.650	1.964,40	41.686
Juni 2015	42.240	2.017,00	40.223
Juli 2015	43.650	1.800,40	41.850
Agustus 2015	43.650	1.538,20	42.112
September 2015	42.240	1.534,20	40.706
Oktober 2015	43.650	1.675,20	41.975
November 2015	42.240	1.953,00	40.287

Bulan	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Operation Time (menit)
Desember 2015	43.650	1.559,80	42.090

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.9. memperlihatkan bahwa *operation time* terbesar adalah pada bulan Desember 2015 yaitu 42.090 menit dan *operation time* terkecil pada bulan Februari 2015 yaitu 37.858 menit.

Waktu siklus ideal atau *theoretical cycle time* didapatkan dari data perusahaan yang dirancang sedemikian rupa atau standar waktu yang ditetapkan perusahaan.

Performance Efficiency dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Performance\ efficiency = \frac{theoretical\ cycle\ time \times processed\ amount}{operation\ time} \times 100\%$$

Perhitungan *performance efficiency* untuk bulan Januari 2015 adalah:

$$\begin{aligned}
 Performance\ efficiency &= \frac{theoretical\ cycle\ time \times processed\ amount}{operation\ time} \times 100\% \\
 &= \frac{2,51\ \text{menit/unit} \times 13.670\ \text{unit}}{41.688\ \text{menit}} \times 100\% \\
 &= 82,31\%
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *Performance Efficiency* untuk bulan Januari-Desember 2015 disajikan pada tabel 4.10. berikut:

Tabel 4.10. Perhitungan *Performance Efficiency* Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	Processed amount (unit)	Ideal cycle time (menit/unit)	Operation time (menit)	Performance efficiency (%)
Januari 2015	13.670	2,51	41.688	82,31
Februari 2015	12.970	2,51	37.858	85,99
Maret 2015	13.775	2,51	41.784	82,75
April 2015	13.780	2,51	40.301	85,82
Mei 2015	13.750	2,51	41.686	82,79

Juni 2015	13.950	2,51	40.223	87,05
Juli 2015	14.270	2,51	41.850	85,59
Agustus 2015	14.170	2,51	42.112	84,46
September 2015	13.990	2,51	40.706	86,27
Oktober 2015	13.650	2,51	41.975	81,62
November 2015	13.670	2,51	40.287	85,17
Desember 2015	13.660	2,51	42.090	81,46

Sumber: Pengolahan Data

Perhitungan *performance efficiency* pada tabel di atas dapat dilihat bahwa persentase terbesar pada bulan Juni yaitu 87,05% dan persentase terkecil yaitu pada bulan Desember sebesar 81,46%.

4.5.4. Perhitungan Rate of Quality Products

Perhitungan *Rate of Quality Products* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar dinyatakan dalam persentase. Formula yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah:

$$\text{Rate of Quality Products} = \frac{\text{processed amount} - \text{defect amount}}{\text{processed amount}} \times 100\%$$

Perhitungan *rate of quality products* untuk bulan Januari 2015 adalah:

$$\text{Rate of Quality Products} = \frac{13.670 \text{ unit} - 1.465 \text{ unit}}{13.670 \text{ unit}} \times 100\% = 89,28 \%$$

Dengan cara yang sama, maka perhitungan *Rate of Quality Products* untuk bulan Januari-Desember 2015 disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.11. Perhitungan *Rate of Quality Products* Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	<i>Processed amount Products (unit)</i>	<i>Deffect Amount (unit)</i>	<i>Rate of Quality Products (%)</i>
Januari 2015	13.670	1.465	89,28
Februari 2015	12.970	1.493	88,49
Maret 2015	13.775	1.663	87,93
April 2015	13.780	1.749	87,31
Mei 2015	13.750	1.851	86,54
Juni 2015	13.950	1.953	86,00
Juli 2015	14.270	1.779	87,53
Agustus 2015	14.170	1.620	88,57
September 2015	13.990	1.612	88,48
Oktober 2015	13.650	1.672	87,75
November 2015	13.670	1.660	87,86
Desember 2015	13.660	1.795	86,86

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.11. memperlihatkan bahwa persentase terkecil *rate of quality* pada bulan Juni sebesar 86,00% dan persentase terbesar pada bulan 89,28%.

4.5.5. Perhitungan Nilai *Overall Equipments Efectiveness (OEE)*

Untuk standar *benchmark world class* yang dianjurkan JIPM (*Japanesse Institute of Plant Maintenance*), yaitu OEE = 85%, maka nilai yang harus dipenuhi untuk masing-masing faktor OEE adalah sebagai berikut:

Tabel 4.12. Nilai OEE berdasarkan Standar JIPM

OEE Faktor	JIPM
<i>Availability</i>	90%
<i>Performance Efficiency</i>	95%

OEE Faktor	JIPM
<i>Rate of Quality Products</i>	99,9%
<i>Overall OEE</i>	85%

Untuk mengetahui besarnya efektivitas mesin/ peralatan secara keseluruhan di PT Bridgestone Tire Indonesia, maka terlebih dahulu harus diperoleh nilai-nilai *availability rate*, *performance efficiency* dan *rate of quality products*. Nilai OEE dihitung dengan rumus:

$$\text{OEE} = \text{Availability}(\%) \times \text{Performance efficiency}(\%) \times \text{Rate of Quality products}(\%)$$

Perhitungan *Overall Equipments Efectiveness* (OEE) untuk bulan Januari 2015 adalah:

$$\text{OEE} = \text{Availability}(\%) \times \text{Performance efficiency}(\%) \times \text{Rate of Quality products}(\%)$$

$$\text{OEE} = 95,51\% \times 82,31\% \times 89,28\%$$

$$\text{OEE} = 70,18\%$$

Dengan cara yang sama untuk menghitung OEE bulan Februari sampai Desember, maka hasil perhitungan OEE bulan Januari-Desember 2015 disajikan pada tabel 4.13 berikut:

Tabel 4.13. Perhitungan OEE Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	<i>Availability</i> (%)	<i>Performance Efficiency</i> (%)	<i>Rate of Quality Products</i> (%)	OEE (%)
Januari 2015	95,51	82,31	89,28	70,18
Februari 2015	96,04	85,99	88,49	73,08
Maret 2015	95,73	82,75	87,93	69,65
April 2015	95,41	85,82	87,31	71,49
Mei 2015	95,50	82,79	86,54	68,42

Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality Products (%)	OEE (%)
Juni 2015	95,22	87,05	86,00	71,29
Juli 2015	95,88	85,59	87,53	71,83
Agustus 2015	96,48	84,46	88,57	72,17
September 2015	96,37	86,27	88,48	73,55
Oktober 2015	96,16	81,62	87,75	68,88
November 2015	95,38	85,17	87,86	71,37
Desember 2015	96,43	81,46	86,86	68,23
Rata-rata	95,84	84,27	87,72	70,84

Sumber: Pengolahan Data

Nilai *Overall Equipments Effectiveness* (OEE) dari tabel diatas adalah 70,84% OEE terbesar yaitu pada bulan September 2015 yaitu dengan nilai 73,55%, Sedangkan nilai OEE terkecil yaitu pada bulan Desember 2015 dengan nilai 68,23%.

4.5.6. Perhitungan OEE Six Big Losses

Six Big Losses (enam faktor utama penyebab peralatan produksi tidak beroperasi dengan normal) dalam *Overall Equipments Effectiveness* yaitu:

1. *Equipment failure losses (Downtime Losses)*
2. *Setup and Adjustment loss (Downtime Losses)*
3. *Idling and minor stoppages losses (Speed Losses)*
4. *Reduced speed losses (Speed Losses)*
5. *Rework loss (Quality Losses)*
6. *Yield/Scrap loss (Quality Losses)*

Analisis OEE menyoroti 6 kerugian utama diatas (*six big losses*) penyebab peralatan produksi tidak beroperasi secara normal. Dari 6 kerugian utama dikelompokkan menjadi 3 yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *quality losses*.

4.5.6.1. Perhitungan *Downtime losses*

Di dalam perhitungan OEE, yang termaksud dalam *downtime losses* adalah *equipment failure* dan *set-up and adjustment*.

1. *Equipment failure losses*

Equipment failure losses merupakan kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dan peralatan. Kerusakan mesin yang sering terjadi adalah mesin mati mendadak sehingga proses produksi terhenti. Nilai *equipment failure losses* dihitung dengan rumus:

$$\text{Equipment failure losses} = \frac{\text{Equipment failure time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Berikut perhitungan *equipment failure losses* bulan Januari dapat dilihat dibawah ini:

$$\begin{aligned}\text{Equipment failure losses} &= \frac{\text{Equipment failure time}}{\text{loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{965 \text{ menit}}{43.650 \text{ menit}} \times 100\% \\ &= 2,21\%\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama untuk menghitung *equipment failure* bulan Februari sampai Desember, maka hasil perhitungan *equipment failure* bulan Januari-Desember 2015 disajikan pada tabel 4.14. berikut:

Tabel 4.14. Perhitungan Persentase *Equipment Failure* Januari-Desember 2015

Bulan	<i>Equipment failure time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Equipment failure</i> (%)
Januari 2015	965	43.650	2,21
Februari 2015	593	39.420	1,50
Maret 2015	951	43.650	2,18
April 2015	1.004	42.240	2,38
Mei 2015	1.039	43.650	2,38
Juni 2015	1.082	42.240	2,56

Bulan	<i>Equipment failure time (menit)</i>	<i>Loading Time (menit)</i>	<i>Equipment failure (%)</i>
Juli 2015	915	43.650	2,10
Agustus 2015	641	43.650	1,47
September 2015	586	42.240	1,39
Oktober 2015	667	43.650	1,53
November 2015	943	42.240	2,23
Desember 2015	633	43.650	1,45
Total	10.019		

Sumber: Pengolahan Data

Tabel diatas menunjukkan bahwa persentase *equipment failure* terendah pada bulan September 2015 yaitu 1,39% karena *equipment failure time* pada bulan tersebut adalah yang terkecil yaitu 586 menit. Persentase terbesar yaitu pada bulan Juni 2015 dengan persentase sebesar 2,56% dengan *equipment failure time* sebesar 1.082 menit.

2. *Setup and adjustment loss*

Setup and Adjustment merupakan kerugian yang terjadi karena setelah setup dilakukan, peralatan/ mesin mengalami kerusakan dan dikarenakan adanya waktu yang tercuri karena waktu *setup* yang lama. Berikut perhitungan *setup and adjustment* dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$\text{setup and adjustment loss} = \frac{\text{total setup and adjustment time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Perhitungan *setup and adjustment loss* untuk bulan Januari 2015 dihitung sebagai berikut:

$$\text{setup and adjustment loss} = \frac{\text{total setup and adjustment time}}{\text{loading time}} \times 100$$

$$\text{setup and adjustment loss} = \frac{997 \text{ menit}}{43.650 \text{ menit}} \times 100 \% = 2,28\%$$

Dengan cara yang sama untuk menghitung *setup and adjustment* bulan Februari sampai Desember, maka hasil perhitungan *setup and adjustment* bulan Januari-Desember 2015 disajikan pada tabel 4.15 berikut:

Tabel 4.15. Perhitungan Persentase *Set-up and Adjustment* Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	<i>Setup</i> (menit)	<i>Adjustment</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment</i> (%)
Januari 2015	780	217	997	43.650	2,28
Februari 2015	728,6	240	968,6	39.420	2,46
Maret 2015	715	200	915	43.650	2,10
April 2015	720	215	935	42.240	2,21
Mei 2015	705,4	220	925,4	43.650	2,12
Juni 2015	735	200	935	42.240	2,21
Juli 2015	670,4	215	885,4	43.650	2,03
Agustus 2015	672,2	225	897,2	43.650	2,06
September 2015	733,2	215	948,2	42.240	2,24
Oktober 2015	788,2	220	1008,2	43.650	2,31
November 2015	770	240	1010	42.240	2,39
Desember 2015	706,8	220	926,8	43.650	2,12
Total			11.351,80		

Sumber: Pengolahan Data

Tabel diatas menunjukkan bahwa persentase *setup and adjustment* terendah pada bulan Juli 2015 yaitu 2,03%. Persentase terbesar yaitu pada bulan Februari 2015 dengan persentase sebesar 2,46%.

4.5.6.2. Perhitungan *Speed losses*

Faktor-faktor yang dikategorikan dalam *speed losses* adalah *idling and minor stoppage* dan *reduced speed losses*.

1. *Idling and minor stoppages losses*

Kerugian karena menunggu atau mendiamkan sehubungan dengan adanya pembersihan atau penataan ulang mesin. Untuk mengetahui persentase dari *idling and minor stoppage* dalam mempengaruhi efektivitas mesin, maka digunakan rumus:

$$\text{idling and minor stoppages} = \text{non productive} \\ \text{atau}$$

$$\text{idling and minor stoppages} = \text{planned downtime} + \text{breakdown}$$

Perhitungan *idling and minor stoppages* untuk bulan Januari 2015 dihitung sebagai berikut:

$$\text{idling and minor stoppages} = \text{planned downtime} + \text{breakdown}$$

$$\text{idling and minor stoppages} = 990 \text{ menit} + 965 \text{ menit} \\ = 1955 \text{ menit}$$

Dengan cara yang sama untuk menghitung *idling and minor stoppages* bulan Februari sampai Desember, maka hasil perhitungan *idling and minor stoppages* bulan Januari-Desember 2015 disajikan pada tabel 4.16 berikut:

Tabel 4.16. Perhitungan Persentase *Idling and Minor Stoppages* Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	<i>Planned Downtime</i> (menit)	<i>Breakdown</i> (menit)	<i>Non Productive Time</i> (menit)	<i>Idling and minor stoppages</i> (%)
Januari 2015	990	965	1.955	9,01
Februari 2015	900	593	1.493	6,88
Maret 2015	990	951	1.941	8,95
April 2015	960	1.004	1.964	9,06

Bulan	<i>Planned Downtime</i> (menit)	<i>Breakdown</i> (menit)	<i>Non Productive Time</i> (menit)	<i>Idling and minor stoppages</i> (%)
Mei 2015	990	1.039	2.029	9,35
Juni 2015	960	1.082	2.042	9,41
Juli 2015	990	915	1.905	8,78
Agustus 2015	990	641	1.631	7,52
September 2015	960	586	1.546	7,13
Oktober 2015	990	667	1.657	7,64
November 2015	960	943	1.903	8,77
Desember 2015	990	633	1.623	7,48
			21.689	

Sumber: Pengolahan Data

Tabel diatas menunjukkan bahwa persentase *idling and minor stoppages* terbesar pada bulan Juni 2015 yaitu 9,41%. Persentase terkecil yaitu pada bulan Februari dengan persentase sebesar 6,88%.

2. *Reduced speed losses*

Reduced speed loss merupakan kerugian yang terjadi karena penurunan kecepatan mesin sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan maksimal.

Reduced speed losses dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 & \text{reduced speed losses} \\
 &= \frac{\text{operating time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{total product process})}{\text{loading time}} \times 100\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan persentase *reduced speed losses* untuk bulan Januari 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 & \text{reduced speed losses} \\
 &= \frac{\text{operating time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{total product process})}{\text{loading time}} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$\text{reduced speed losses} = \frac{41.688 \text{ menit} - (2,51 \frac{\text{menit}}{\text{unit}} \times 13.670 \text{ unit})}{43.650 \text{ menit}} \times 100\%$$

$$= 16,90\%$$

Dengan cara yang sama untuk menghitung *reduced speed loss* bulan Februari sampai Desember, maka hasil perhitungan *reduced speed loss* bulan Januari-Desember 2015 disajikan pada tabel 4.17 berikut:

Tabel 4.17. Perhitungan Persentase *Reduced Speed Losses* Bulan Januari–Desember 2015

Bulan	Operation Time (menit)	Ideal cycle time (menit/unit)	Total product process (unit)	Loading time (menit)	Reduced speed loss time (menit)	Reduced speed loss (%)
Januari 2015	41.688	2,51	13.670	43.650	7.376,30	16,90
Februari 2015	37.858	2,51	12.970	39.420	5.303,70	13,45
Maret 2015	41.784	2,51	13.775	43.650	7.208,75	16,51
April 2015	40.301	2,51	13.780	42.240	5.713,20	13,53
Mei 2015	41.686	2,51	13.750	43.650	7.173,10	16,43
Juni 2015	40.223	2,51	13.950	42.240	5.208,50	12,33
Juli 2015	41.850	2,51	14.270	43.650	6.031,90	13,82
Agustus 2015	42.112	2,51	14.170	43.650	6.545,10	14,99
September 2015	40.706	2,51	13.990	42.240	5.590,90	13,24
Oktober 2015	41.975	2,51	13.650	43.650	7.713,30	17,67
November 2015	40.287	2,51	13.670	42.240	5.975,30	14,15
Desember 2015	42.090	2,51	13.660	43.650	7.803,60	17,88
Total					77.644	

Sumber: Pengolahan Data

Tabel diatas menunjukkan bahwa persentase *reduced speed losses* terbesar pada bulan Desember 2015 yaitu 17,88%. Persentase terkecil yaitu pada bulan Juni 2015 dan september dengan persentase sebesar 12,33%.

4.5.6.3. Perhitungan *Quality losses*

Faktor yang dikategorikan ke dalam *defect losses* adalah *rework loss* dan *yield/scrap loss*.

1. *Rework loss*

Rework loss merupakan kerugian sehubungan dengan cacat produk dan pengerjaan ulang, kehilangan keuangan sehubungan dengan menurunnya kualitas produk, dan kehilangan waktu yang diperlukan untuk memperbaiki produk cacat menjadi sempurna.

Perhitungan *rework loss* dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{rework loss} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{rework}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Perhitungan *rework loss* untuk bulan Januari 2015 adalah:

$$\begin{aligned} \text{rework loss} &= \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{rework}}{\text{loading time}} \times 100\% \\ \text{rework loss} &= \frac{2,51 \text{ menit/unit} \times 1.453 \text{ unit}}{43.650 \text{ menit}} \times 100\% \\ &= 8,36\% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama untuk menghitung persentase *rework loss* bulan Februari sampai Desember, maka hasil perhitungan *rework loss* bulan Januari-Desember 2015 disajikan pada tabel 4.18. berikut:

Tabel 4.18. Perhitungan Persentase *Rework Losses* Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	Loading time (menit)	Ideal cycle time (menit/unit)	Rework (unit)	Rework time (menit)	Rework loss (%)
Januari 2015	43.650	2,51	1.453	3.647,03	8,36
Februari 2015	39.420	2,51	1.482	3.719,82	9,44
Maret 2015	43.650	2,51	1.654	4.151,54	9,51

Bulan	Loading time (menit)	Ideal cycle time (menit/unit)	Rework (unit)	Rework time (menit)	Rework loss (%)
April 2015	42.240	2,51	1.739	4.364,89	10,33
Mei 2015	43.650	2,51	1.842	4.623,42	10,59
Juni 2015	42.240	2,51	1.942	4.874,42	11,54
Juli 2015	43.650	2,51	1.771	4.445,21	10,18
Agustus 2015	43.650	2,51	1.609	4.038,59	9,25
September 2015	42.240	2,51	1.605	4.028,55	9,54
Oktober 2015	43.650	2,51	1.662	4.171,62	9,56
November 2015	42.240	2,51	1.651	4.144,01	9,81
Desember 2015	43.650	2,51	1.786	4.482,86	10,27
Total				50.692	

Sumber: Pengolahan Data

Tabel diatas menunjukkan bahwa persentase *rework loss* terbesar pada bulan Juni 2015 yaitu 11,54%. Persentase terkecil yaitu pada bulan Januari 2015 dan september dengan persentase sebesar 8,36%.

2. Yield/scrap loss

Yield/ scrap loss merupakan kerugian pada awal waktu produksi sehingga mencapai kondisi stabil. Kerugian yang diakibatkan suatu keadaan dimana produk yang dihasilkan tidak sesuai standar, karena terjadi perbedaan kualitas antara waktu mesin pertama kali dinyalakan dengan pada saat mesin tersebut sudah stabil beroperasi. Maka *yield/scrap loss* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Yield/scrap loss = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Perhitungan *yield/scrap loss* untuk bulan Januari 2015 adalah:

$$\begin{aligned}
 Yield/scrap loss &= \frac{2,51 \text{ menit/unit} \times 12 \text{ unit}}{43.650 \text{ menit}} \times 100\% \\
 &= 0,069\%
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama untuk menghitung persentase *yield/scrap loss* bulan Februari sampai Desember, maka hasil perhitungan *yield/scrap loss* bulan Januari-Desember 2015 disajikan pada tabel 4.19. berikut: .

Tabel 4.19. Perhitungan Persentase *Yield/Scrap Loss* Pada Bulan Januari-Desember 2015

Bulan	Loading time (menit)	Ideal cycle time (menit/unit)	Scrap (unit)	Scrap time (menit)	Scrap loss (%)
Januari 2015	43.650	2,51	12	30,12	0,069
Februari 2015	39.420	2,51	11	27,61	0,070
Maret 2015	43.650	2,51	9	22,59	0,052
April 2015	42.240	2,51	10	25,1	0,059
Mei 2015	43.650	2,51	9	22,59	0,052
Juni 2015	42.240	2,51	11	27,61	0,065
Juli 2015	43.650	2,51	8	20,08	0,046
Agustus 2015	43.650	2,51	11	27,61	0,063
September 2015	42.240	2,51	7	17,57	0,042
Oktober 2015	43.650	2,51	10	25,1	0,058
November 2015	42.240	2,51	9	22,59	0,053
Desember 2015	43.650	2,51	9	22,59	0,052
Total	291,16				

Sumber: Pengolahan Data

Tabel diatas menunjukkan bahwa persentase *reduced speed losses* terbesar pada bulan Februari 2015 yaitu 0,070%. Persentase terkecil yaitu pada bulan September 2015 dan september dengan persentase sebesar 0,042%.

4.5.7. Pengaruh *Six Big Losses*

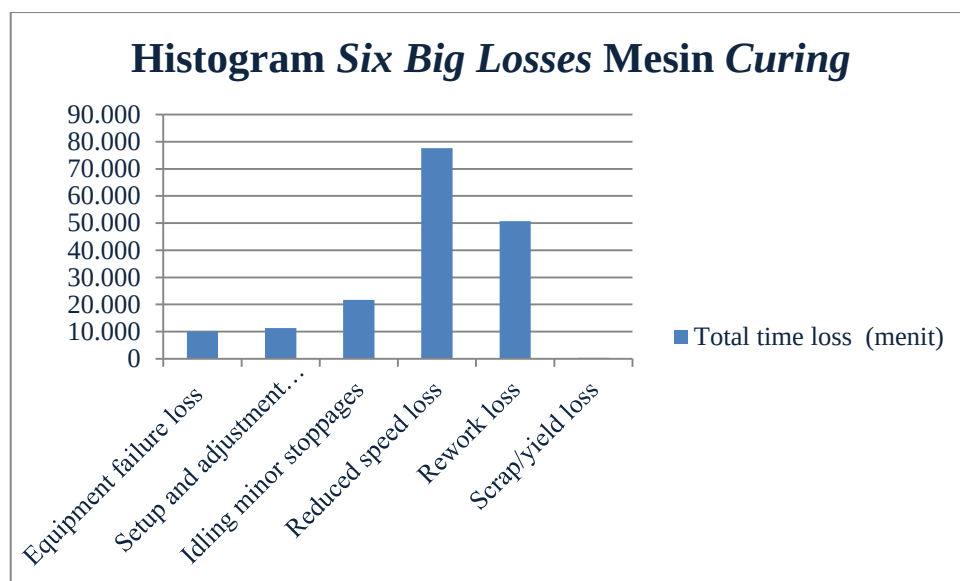
Untuk melihat lebih jelas *six big losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin, maka akan dilakukan perhitungan kerugian waktu seperti yang terlihat pada hasil perhitungan tabel di bawah ini.

Tabel 4.20. Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin *Curing*

No.	<i>Six Big losses</i>	<i>Total time loss (menit)</i>	Persentase (%)
1	<i>Equipment failure loss</i>	10.019	5,84
2	<i>Setup and adjustment loss</i>	11.351,80	6,61
3	<i>Idling minor stoppages</i>	21.689,00	12,63
4	<i>Reduced speed loss</i>	77.644	45,22
5	<i>Rework loss</i>	50.691,96	29,53
6	<i>Scrap/yield loss</i>	291,16	0,17
Total		171.687	100,00

Sumber: Pengolahan Data

Persentase kerugian waktu (*time loss*) dari keenam faktor tersebut juga akan lebih jelas lagi diperlihatkan dalam bentuk *histogram* yang terlihat pada gambar dibawah



Gambar 4.12. Histogram *Six Big Losses* Mesin *Curing*

Sumber: Pengolahan Data

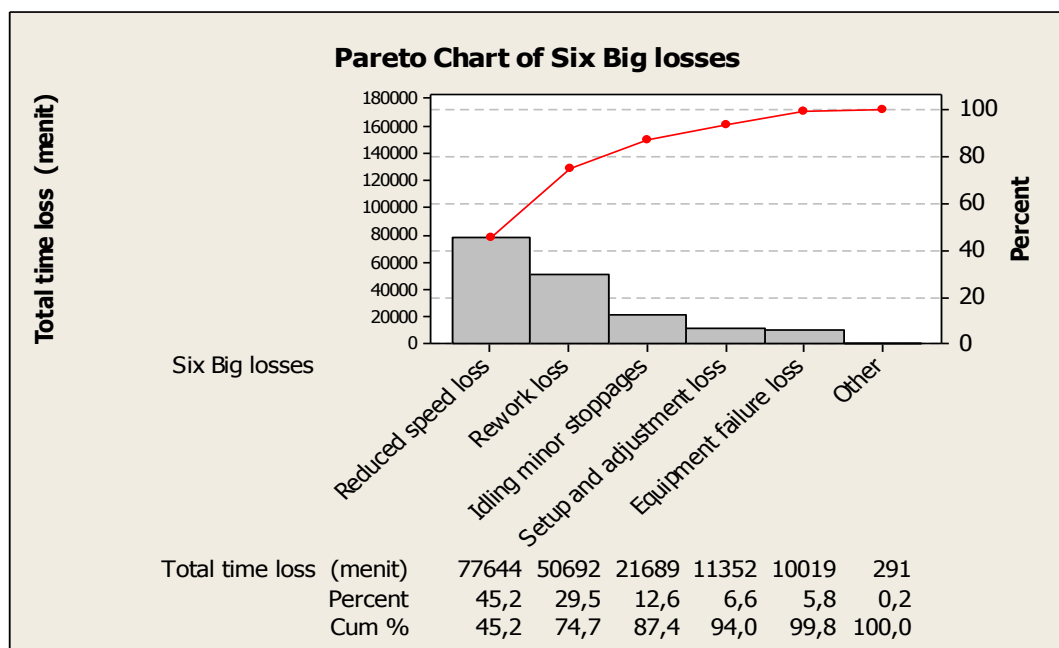
Dari *histogram* dapat dilihat bahwa faktor yang memiliki persentase terbesar dari keenam faktor tersebut adalah kerugian *reduced speed loss* Untuk melihat urutan persentase keenam faktor tersebut nilai yang terbesar dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4.22. Pengurutan Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin *Curing*

No.	<i>Six big losses</i>	<i>Total time loss (menit)</i>	<i>Persentase (%)</i>	<i>Persentase kumulatif (%)</i>
1	<i>Reduced speed loss</i>	77.643,65	45,22	45,22
2	<i>Rework loss</i>	50.691,96	29,53	74,75
3	<i>Idling minor stoppages</i>	21.689	12,63	87,38
4	<i>Setup and adjustment loss</i>	11.352	6,61	93,99
5	<i>Equipment failure loss</i>	10.019,00	5,84	99,83
6	<i>Scrap/yield loss</i>	291,16	0,17	100,00
Total		171.687	100	

Sumber: Pengolahan Data

Dari hasil pengurutan persentase faktor enam kerugian besar (*six big losses*) tersebut akan digambarkan diagram *pareto* sehingga terlihat jelas urutan dari keenam faktor yang mempengaruhi efektivitas di mesin *curing*, diagram *pareto* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

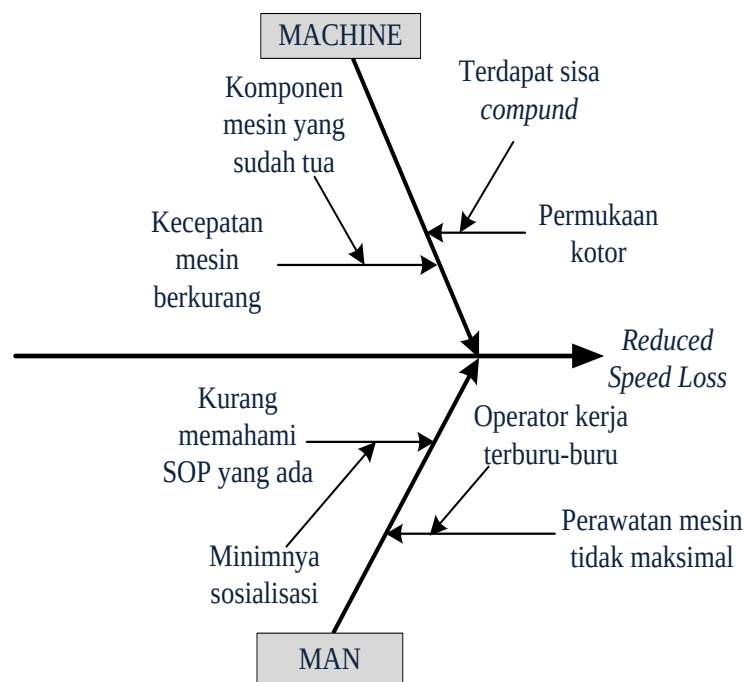


Gambar 4.3. Diagram Pareto Persentase Faktor *Six Big Losses* Mesin *Curing*

Sumber: Pengolahan Data

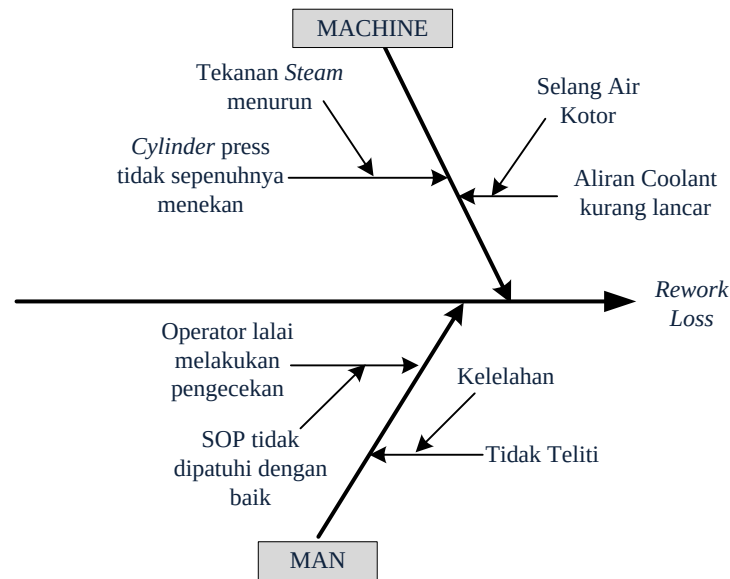
4.5.8. Diagram Fishbone

Setelah melakukan perhitungan dapat dilihat bahwa *six big losses* terbesar adalah *reduced speed loss*. Dengan Diagram Sebab Akibat akan mengetahui lebih jelas mengenai penyebab dari masalah tersebut. Pengukuran dalam Diagram Sebab Akibat yang digunakan adalah *Method, Machine, Man* dan *Material*. Dari 4 pengukuran ini akan dicari sebab munculnya *reduced speed loss*. Oleh karena itu, Diagram Sebab Akibat (*fishbone*) digunakan sebagai alat dalam menganalisa penyebab-penyebab terjadinya *reduced speed loss* tersebut dari berbagai sumber (*material, methods, machines, man* dan *environment*). Adapun diagram sebab akibat dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4. 14. Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone*) *Rework Loss*

Sumber: Pengolahan data



Gambar 4. 15. Diagram Sebab-Akibat (*fishbone*) *Rework Loss*

Sumber: Pengolahan data

4.6. Data Komponen Kritis

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis meneliti waktu kerusakan pada mesin *curing*, mesin *curing* ini adalah mesin yang digunakan dan memiliki frekuensi kerusakan yang paling tinggi dibandingkan mesin lain. Di perusahaan ini terdapat 6 mesin yang digunakan untuk memproduksi *flap* diantaranya mesin *zig-zag cutter*, *warming up roll*, *finishing roll*, *extruder*, *cooling water*, *cutter*, dan *curing*. Komponen dan jumlah kerusakan dari bulan Januari-Desember 2015.

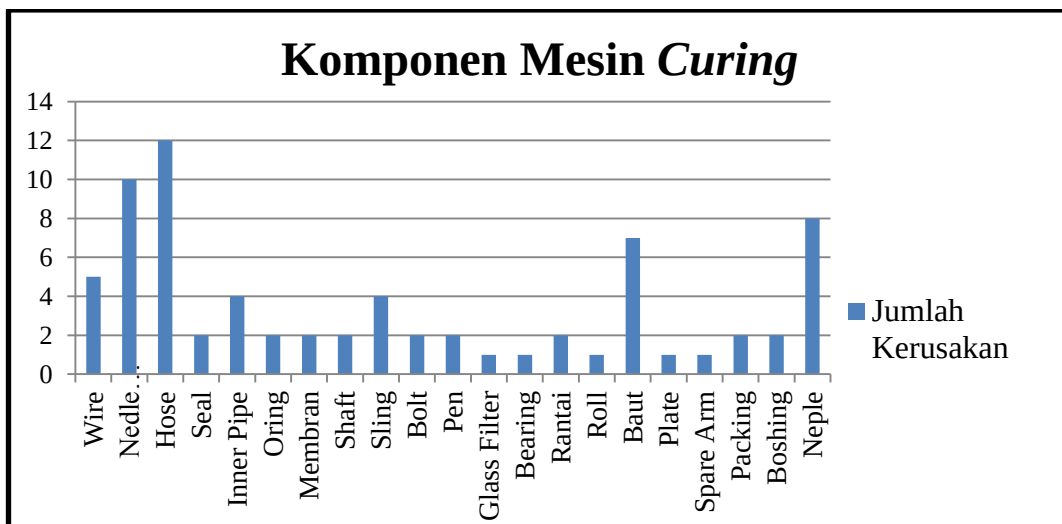
Tabel 4.22. Nama Komponen dan Jumlah Kerusakannya pada Januari-Desember 2015

No.	Nama Komponen	Jumlah Kerusakan
1	Wire	5
2	Nedle Spring	10
3	Hose	12
4	Seal	2
5	Inner Pipe	4
6	Oring	2
7	Membran	2
8	Shaft	2
9	Sling	4

No.	Nama Komponen	Jumlah Kerusakan
10	Bolt	2
11	Pen	2
12	Glass Filter	1
13	Bearing	1
14	Rantai	2
15	Roll	1
16	Baut	7
17	Plate	1
18	Spare Arm	1
19	Packing	2
20	Boshing	2
21	Neple	8
	Jumlah Kerusakan	73

Sumber: PT Bridgestone Tire Indonesia

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa komponen *hose*, *nedle spring* dan *neple* merupakan komponen yang paling sering mengalami kerusakan. Oleh karena itu kedua komponen ini merupakan komponen kritis maka akan dilakukan perhitungan lebih lanjut dengan menggunakan data yang ada. Untuk lebih jelas ditampilkan dalam bentuk histogram berikut:



Gambar 4. 16. Histogram Komponen Mesin Curing

Sumber: Pengolahan data

4.6.1. Data Waktu Kerusakan

Data waktu kerusakan yang digunakan adalah *time to repair* (TTR) dan *time to failure* (TTF) dimana TTR adalah lamanya perbaikan hingga mesin dapat berfungsi kembali, sedangkan TTF adalah selang waktu kerusakan awal yang telah diperbaiki hingga kerusakan berikutnya.

Langkah-langkah untuk menghitung waktu kerusakan adalah sebagai berikut:

- a. Format penulisan tanggal yaitu tanggal, bulan, dan tahun
- b. Misalnya untuk data waktu kerusakan pada komponen *heater*, hitung selang waktu komponen selesai diperbaiki pada tanggal 11 Januari 2015 pukul 19:20 sampai 19:53 yaitu 33 menit.
- c. Kemudian kerusakan kembali terjadi pada tanggal 14 Maret 2015 pukul 09:40, selang hari dari 11 Januari 2015 sampai 14 Maret 2015 yaitu 61 hari atau 1.464 jam atau 87.840 menit, selang waktu dari pukul 19:53 sampai 09:40 yaitu 827 menit.
- d. Kemudian jumlahkan waktu yang didapat dari perhitungan diatas yaitu 33 menit ditambah 87.840 menit ditambah 827 menit sama dengan 88.700 menit. Perhitungan selang waktu kerusakan yang lainnya dapat ditentukan dengan cara yang sama untuk komponen *needle spring*, *neple*.

1. Data *Time to Repair* (TTR) dan *Time to Failure* (TTF) Komponen *Hose*

Data *time to repair* (TTR) dan *time to failure* (TTF) untuk komponen *hose* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.23. Data *Time to Repair* dan *Time to Failure* Komponen *Hose*

No.	Tanggal	Waktu Mulai Rusak	Waktu Selesai Diperbaiki	TTR (menit)	TTF (menit)
1	11 Januari 2015	19:20	19:53	33	
2	14 Maret 2015	9:40	11:20	100	88.700

No.	Tanggal	Waktu Mulai Rusak	Waktu Selesai Diperbaiki	TTR (menit)	TTF (menit)
3	28 Maret 2015	8:00	9:23	83	20.673
4	22 April 2015	8:00	9:31	91	36.728
5	25 Mei 2015	8:10	9:47	97	48.256
6	27 Agustus 2015	9:15	10:39	84	136.132
7	30 Agustus 2015	10:10	11:38	88	5.099
8	4 September 2015	8:00	9:34	94	13.770
9	13 September 2015	9:30	10:57	87	13.763
10	15 September 2015	8:00	9:24	84	3.507
11	6 Oktober 2015	09:30	11:04	94	31.060
12	13 Oktober 2015	8:00	9:36	96	10.712

Sumber: Pengolahan Data

2. Data *Time to Repair* (TTR) dan *Time to Failure* (TTF) Komponen *Nedle spring*.

Data *Time To Repair* (TTR) dan *time to failure* (TTF) untuk komponen *nedle spring* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.24. Data *Time to Repair* dan *Time to Failure* Komponen *Nedle Spring*

No.	Tanggal	Waktu Mulai Rusak	Waktu Selesai Diperbaiki	TTR (menit)	TTF (menit)
1	22 Januari 2015	06:00	08:00	60	
2	10 Februari 2015	17:30	18:30	60	27.990
3	3 Maret 2015	9:30	10:00	30	31.170
4	28 Maret 2015	21:00	22:00	60	36.720

No.	Tanggal	Waktu Mulai Rusak	Waktu Selesai Diperbaiki	TTR (menit)	TTF (menit)
5	1 Juni 2015	2:00	2:30	30	92.430
6	21 Juni 2015	22:00	22:15	15	29.985
7	10 Juli 2015	9:00	9:45	45	28.080
8	15 Oktober 2015	19:45	20:55	65	52.530
9	24 Oktober 2015	11:45	12:45	60	14.015
10	14 Desember 2015	21:10	21:53	43	30.818

Sumber: Pengolahan Data

3. Data *Time to Repair* (TTR) dan *Time to Failure* (TTF) Komponen *Neple*

Data *Time To Repair* (TTR) dan *time to failure* (TTF) untuk komponen *neple* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.25. Data *Time to Repair* dan *Time to Failure* Komponen *Neple*

No.	Tanggal	Waktu Mulai Rusak	Waktu Selesai Diperbaiki	TTR (menit)	TTF (menit)
1	8 Januari 2015	9:05	10:20	75	
2	23 Januari 2015	15:40	16:00	20	21.980
3	15 Mei 2015	9:00	12:00	180	162.480
4	25 September 2015	21:50	23:15	80	192.190
5	30 September 2015	16:05	17:30	85	8.325
6	7 Oktober 2015	14:00	15:00	60	11.430
7	14 November 2015	10:35	11:40	65	55.960
8	25 November 2015	19:55	20:45	50	16.405

Sumber: Pengolahan Data

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

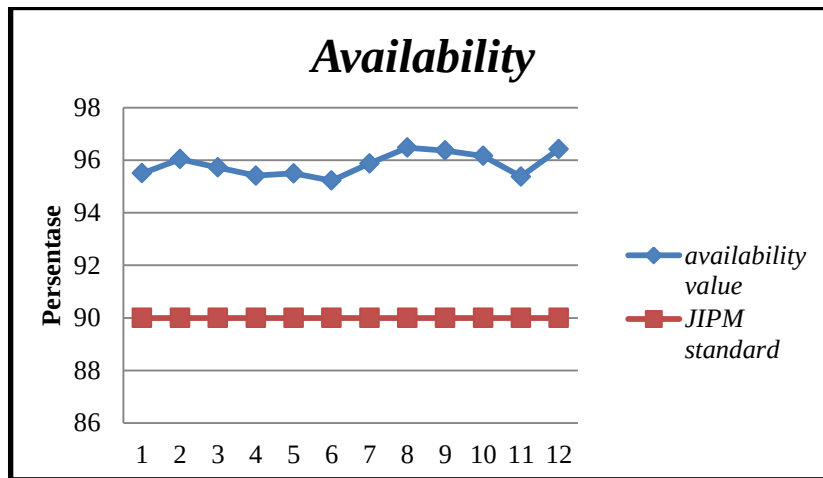
5.1. Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dilakukan untuk membandingkan antara hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dengan standar JIPM. Sebelum membandingkan hasil analisis yaitu: *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Rate of Quality Products*. Adapun analisis dari ketiga parameter tersebut adalah sebagai berikut:

5.1.1. Analisis Availability

Analisis *Availability* adalah analisis terhadap nilai yang menunjukkan tingkat tersedia suatu fasilitas/ mesin untuk beroperasi sesuai dengan fungsinya. Makin tinggi nilai *availability* pada suatu mesin, maka makin produktif mesin tersebut. *Availability* itu sendiri adalah nilai yang menyatakan kemungkinan suatu komponen beroperasi terhadap kondisi atau periode waktu tertentu atau ketersediaan waktu mesin beroperasi setelah mengalami *downtime*.

Setelah dilakukan pengolahan data perhitungan *availability*, maka didapatkan nilai *availability* selama periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2015 dapat dilihat pada tabel 4.8. secara umum nilai *availability* sudah mencapai standar dari JIPM yaitu sebesar 90%. Titik tertinggi terjadi pada bulan Agustus 2015 sebesar 96,48%, sedangkan titik terendah pada bulan Juni 2015 sebesar 95,22%. Rata-rata nilai *availability* mesin *curing* dari bulan Januari 2015 sampai dengan bulan Desember 2015 adalah 95,84% nilai ini sudah berada diatas dari standar JIPM. Grafik *availability* mesin *curing* periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2015 dapat dilihat sebagai berikut:

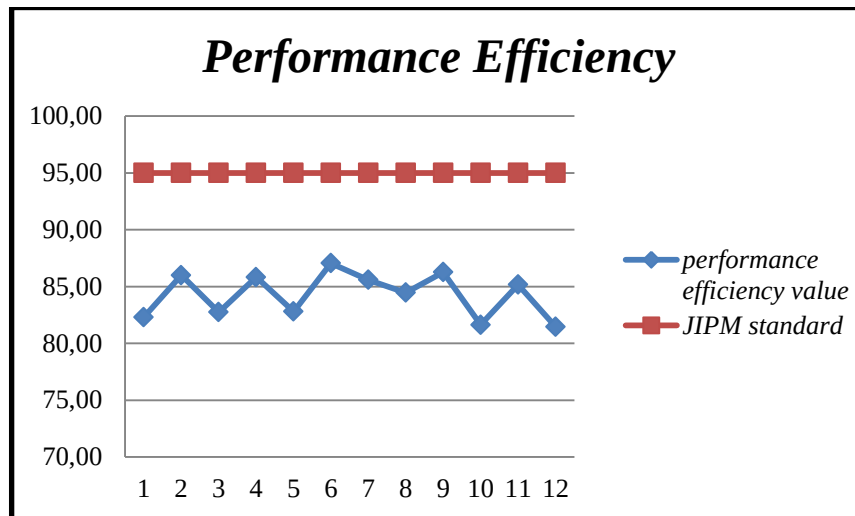


Gambar 5.1 Grafik Availability mesin Curing

Sumber: Hasil Pengolahan Data

5.1.2. Analisis *Performance Efficiency*

Analisis *performance efficiency* adalah analisis terhadap nilai yang menunjukkan efisiensi kerja mesin, semakin tinggi nilai *performance efficiency* maka semakin tinggi kinerja dari mesin tersebut, tetapi semakin besar waktu pengerjaan aktual maka semakin kecil efisiensi kerjanya. Nilai *performance efficiency* dipengaruhi oleh *operation time*, *cycle time* dan output yang dihasilkan. Dari tabel 4.10 pada masing-masing periode diketahui bahwa nilai tersebut belum ada yang mencapai nilai standar JIPM, nilai *performance* terbesar pada bulan Juni sebesar 87,05% dan persentase terkecil yaitu pada bulan Desember sebesar 81,46% dapat dikatakan bahwa nilai *performance efficiency* mesin *curing* belum dapat dikatakan efisien dengan nilai rata-rata *performance efficiency* sebesar 84,27% masih ada ruang untuk peningkatan sebesar 10,73% sehingga mencapai standar JIPM yaitu 95%. Pihak perusahaan masih harus memperbaiki *performance efficiency* mesin tersebut. Grafik *performance efficiency* Mesin Curing periode Januari-Desember 2015 dapat dilihat sebagai berikut:

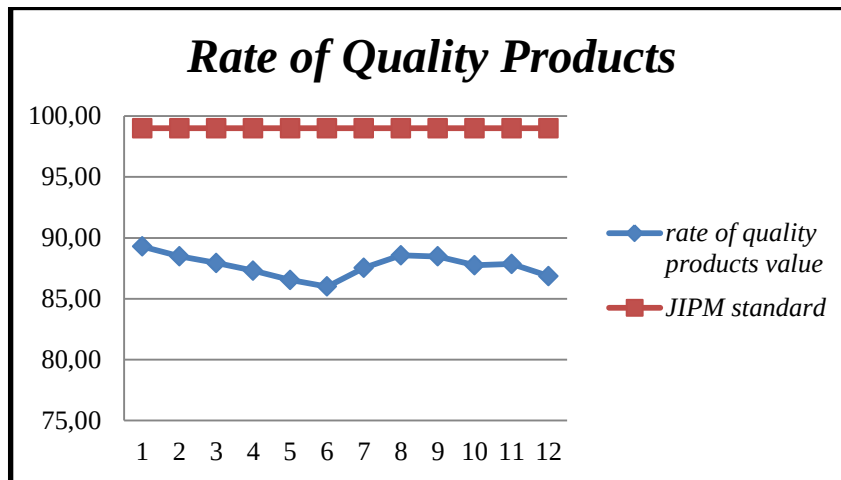


Gambar 5.2 Grafik *Performance Efficiency* mesin *Curing*

Sumber: Hasil Pengolahan Data

5.1.3. Analisis *Rate of Quality Products*

Analisis *rate of quality products* adalah analisis terhadap nilai yang menunjukkan kemampuan mesin untuk menghasilkan produk yang baik sesuai dengan standar. Semakin besar jumlah produk cacat yang dihasilkan maka akan semakin kecil nilai kualitas produk yang dihasilkan. *Rate of quality* dipengaruhi oleh jumlah proses yang dicapai dan jumlah cacat (*defect*) yang dihasilkan. Biasanya *defect* yang terjadi selalu berkaitan dengan adanya kesalahan selama produksi berlangsung. Untuk melihat nilai *rate of quality products* mesin *curing* pada bulan Januari-Desember 2015 ditampilkan pada tabel 4.11. dapat dilihat nilai *rate of quality products* masing-masing periode. Nilai *rate of quality products* yang ada belum mencapai standar dari JIPM sebesar 99%. Nilai *rate of quality products* paling tinggi adalah pada bulan Januari 2015 sebesar 89,28% dan terendah pada bulan Juni sebesar 86,00%. Nilai rata-rata *rate of quality* adalah sebesar 87,72% nilai ini masih kurang dari standar JIPM sebesar 11,28%, nilai ini masih jauh dari standar maka perusahaan harus lebih meningkatkan kualitas produk agar mencapai *zero defect*. Grafik *rate of quality products* periode Januari sampai Desember 2015 dapat dilihat sebagai berikut:

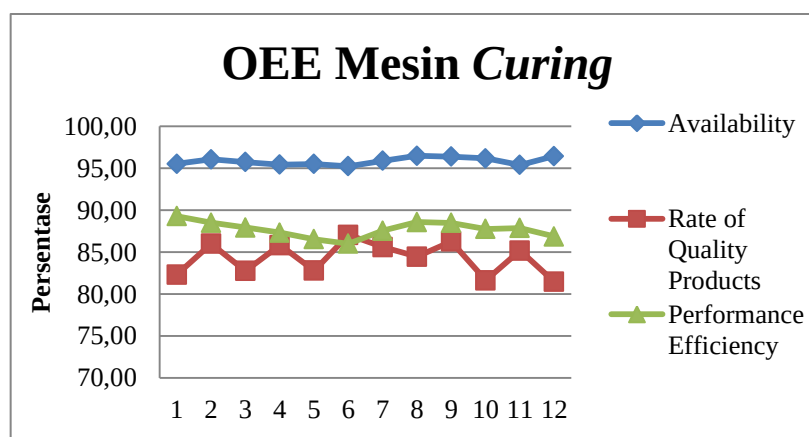


Gambar 5.3 Grafik *Performance Efficiency* mesin *Curing*

Sumber: Hasil Pengolahan Data

5.1.4. Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Salah satu indeks yang menentukan keberhasilan dari pelaksanaan TPM ditentukan oleh *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE adalah tingkat keefektivan penggunaan mesin dalam beroperasi. Nilai OEE didapat dari perkalian nilai *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality products* jadi ketiga elemen tersebut sangat mempengaruhi nilai OEE. Nilai OEE mesin *curing* untuk periode Januari sampai Desember 2015 dapat dilihat pada tabel IV.14. OEE pada periode tersebut masih dibawah standar JIPM. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada grafik *Availability*, *PE*, dan *ROQP* periode Januari-Desember 2015 dapat dilihat sebagai berikut:



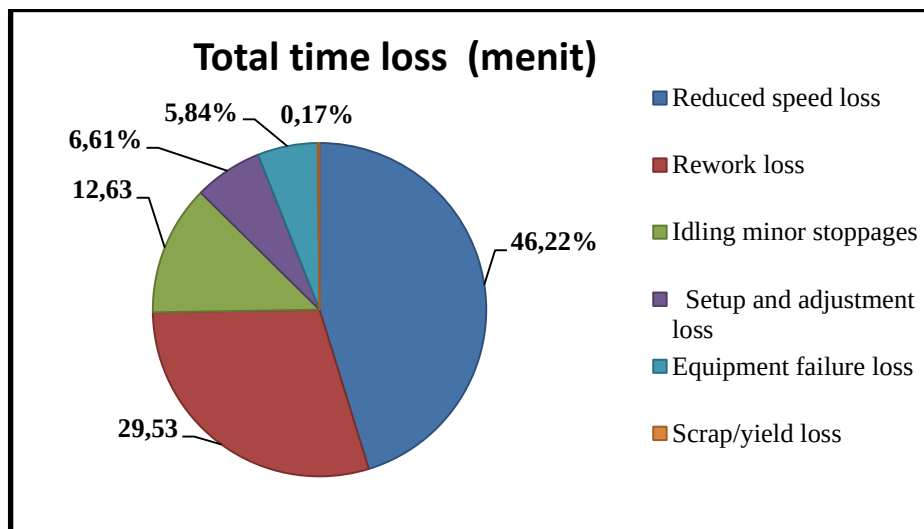
Gambar 5.4 Grafik *Overall Equipment Effectiveness*

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Grafik diatas dapat kita lihat nilai OEE masing-masing periode Januari sampai dengan Desember 2015. Rata-rata nilai OEE dari mesin *curing* periode Januari sampai Desember 2015 adalah 71,99%. Nilai OEE yang paling tinggi adalah periode September 2015 sebesar 74,55% dan terendah periode Desember 2015 sebesar 68,95%. Nilai OEE diatas bisa dikatakan belum memenuhi standar rekomendasi JIPM dan masih kurang sebesar 13,01%. Hal ini karena nilai *performance efficiency* dan *quality of products* yang mengalami penurunan. Penurunan ini terjadi akibat kecepatan operasi aktual berada dibawah kecepatan operasi ideal dan waktu yang terbuang akibat banyaknya produk cacat.

5.1.5. Analisis Six Big Losses

Six big losses merupakan faktor yang mempengaruhi nilai dari OEE, *six big losses* dibagi menjadi enam yaitu *equipment failure* dan *setup and adjustment* keduanya termasuk dalam *downtime loss*, *idling and minor stoppages* dan *reduce speed loss* keduanya termasuk kedalam *speed loss* dan *rework loss* dan *yield/ scrap loss* keduanya termasuk kedalam *quality loss*. Dari tabel 4.22 dapat dilihat bahwa nilai *Six big losses* terbesar pada *reduced speed loss* dengan persentase sebesar 45,22% dan penyumbang *time loss* terbesar yaitu 77.643,65 menit, maka bila dikaitkan dengan OEE pada *performance efficiency* merupakan persentase yang rendah dibandingkan dengan dua faktor lain, dapat dikatakan bahwa penyebab nilai *performance efficiency* rendah karena *reduced speed loss time* pada *six big losses* yang terbesar. Masalah pada peringkat kedua yaitu ada pada *rework loss* dengan persentase sebesar 29,53% dan *time loss* sebesar 50.691,96 menit. Sedangkan nilai terendah ada pada *scrap/yield* yaitu hanya menyumbang sebesar 0,17% dengan *time loss* sebesar 291,16 menit. Untuk lebih jelasnya persentase *six big losses* dapat dilihat pada *pie chart* berikut:



Gambar 5.5 Grafik Six Big Losess

Sumber: Hasil Pengolahan Data

5.1.6. Analisis Diagram *Fishbone*

Diagram *fishbone* berguna untuk menganalisis dan menentukan faktor-faktor yang menjadi penyebab sesungguhnya dari suatu masalah secara lebih detail. Dalam hal ini ada dua diagram *fishbone* yang akan dianalisis yaitu penyebab dari *reduced speed loss* dan *rework loss*. Untuk mencari akar penyebab dari kedua masalah besar ini dilakukan diskusi bersama operator yang bertanggung jawab langsung dalam proses *vulcanizing* guna mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan kedua masalah terbesar.

- Analisis Diagram *Fishbone Reduced Speed Loss*

Masalah terbesar yang kedua adalah *reduce speed loss* yang disebabkan oleh banyaknya variasi produk yang diproduksi dan mengakibatkan waktu yang hilang yang besar yaitu 77.643,65 menit dan pesentase sebesar 46,22%. Untuk menganalisis dan mencari penyebab-penyebab timbulnya *reduced speed loss* digunakan diagram sebab akibat yang dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1. Penyebab Terjadinya *Reduced Speed Loss*

No.	Aspek	Penyebab
1.	Mesin	a. Kecepatan produksi mesin yang berkurang mesin yang digunakan sudah tua.

No.	Aspek	Penyebab
		b. Permukaan mesin kotor karena adanya sisa compound pada mesin.
2.	Manusia	a. Perawatan mesin tidak maksimal disebabkan karena operator bekerja terburu-buru. b. Kurang memahami SOP karena sosialisasi SOP minim

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan analisa diatas, *reduced speed loss* disebabkan oleh banyaknya ukuran produk yang diproses sementara SOP yang dibuat perusahaan belum spesifik sehingga operator sulit untuk melakukan *setting* mesin.

• Analisis Diagram *Fishbone Rework Loss*

Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan, didapatkan bahwa salah satu penyebab terbesar rendahnya nilai OEE yaitu *rework loss* yang disebabkan oleh banyaknya jumlah cacat dan mengakibatkan waktu yang hilang untuk memperbaiki produk cacat tersebut yaitu 50.691,96 menit dan pesentase yang besar yaitu 29,53%. Untuk menganalisis dan mencari penyebab-penyebab timbulnya *rework* digunakan diagram sebab akibat yang dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Penyebab Terjadinya *Rework Loss*

No.	Aspek	Penyebab
1.	Mesin	a. Tekanan <i>Steam</i> menurun dikarenakan saluran angin yang bermasalah b. Selang air yang kotor menyebabkan aliran <i>coolant</i> yang tidak stabil.
2.	Manusia	a. Operator lalai dalam melakukan pengecekan sehingga menimbulkan <i>rework</i> . b. Operator kurang teliti dalam melakukan pengecekan dikarenakan kelelahan sebab target produksi yang besar.

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan analisa diatas, *rework* disebabkan tekanan steam yang menurun juga mempengaruhi sehingga hasil flap tidak sesuai standar. Untuk itu, perlu dilakukan

analisa tindakan perbaikan agar masing-masing permasalahan dapat ditangani, sehingga jumlah *rework* berkurang.

5.1.7. Analisis Data Komponen Kritis

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui waktu perbaikan mesin dan *breakdown* yang satu dengan *breakdown* berikutnya pada mesin *curing*. Sehingga dapat diketahui waktu *breakdown* terbesar. Hasil perhitungan *Time to Failure* dan *Time to Repair* dapat dilihat pada tabel 4.23, 4.24 dan 4.25. Pada Komponen Hose TTR terbesar pada tanggal 14 Maret yaitu selama 100 menit dan terkecil pada tanggal 11 Januari 2015 selama 33 menit. Sedangkan TTF pada tanggal 25 Mei-27 Agustus 2015 merupakan terbesar selama 136.132 menit dan terkecil pada tanggal 13 September-15 September 2015 selama 3.507 menit. Komponen Needle Spring TTR terbesar 15 Oktober selama 65 menit dan terkecil pada tanggal 21 Juni 2015 selama 15 menit. TTF terbesar pada tanggal 10 Juli-15 Oktober selama 52.530 menit dan terkecil pada tanggal 15 Oktober-24 Oktober 2015 selama 14.015 menit. Pada komponen Needle TTR yang terbesar pada tanggal 15 Mei 2015 selama 180 menit dan terkecil selama 23 Januari 2015 selama 20 menit, nilai TTF terkecil pada periode 25 September-30 September 2015 selama 8.325 menit dan terbesar pada 15 Mei-25 September selama 192.190 menit.

5.2. Usulan Tindakan Perbaikan

Setelah mengetahui penyebab dari rendahnya nilai OEE, langkah selanjutnya adalah memberikan usulan tindakan perbaikan untuk mengatasi penyebab timbulnya rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Rencana perbaikan dilihat dari empat faktor yaitu material, mesin, metode, manusia, dan lingkungan. Keempat faktor itu yang menyebabkan rendahnya nilai OEE. Usulan perbaikan dapat dilakukan dengan metode 5W + 1H yang didapat dari diagram sebab akibat. Adapun metode 5W+1H terdiri dari: What (apa), How (bagaimana), Why (mengapa), Who (siapa), Where (dimana), dan When (bilamana) dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3. Usulan Tindakan Perbaikan

Faktor	What	Why	Where	How	When	Who
	Masalah yang Terjadi	Alasan	Tempat	Tindakan	Waktu	Penanggung Jawab
Mesin	Tekanan <i>steam</i> menurun	Saluran angin bermasalah	Proses <i>Vulcanizing</i>	Melakukan pengecekan dan perawatan	Sebelum dan setelah proses produksi	Operator
	Selang air kotor	Selang air yang kotor menyebabkan aliran <i>coolant</i> tidak stabil	Proses <i>Cooling</i>	Melakukan perawatan dan jadwal pengecekan	Setiap hari	Operator
	Kecepatan mesin berkurang	Mesin yang digunakan sudah tua	Proses <i>Vulcanizing</i>	Melakukan perawatan dan jadwal pengecekan	Sebelum dan setelah proses produksi	Operator
	Permukaan mesin kotor	Adanya sisa <i>compound</i>	Proses <i>Vulcanizing</i>	Melakukan pengecekan dan perawatan	Sebelum dan setelah proses produksi	Operator
Manusia	Operator lalai dan kurang teliti melakukan pengecekan	Material yang tidak memenuhi standar masuk ke proses selanjutnya	Proses <i>Cutter</i>	Memberikan pengawasan yang lebih ketat saat proses produksi	Saat melakukan proses <i>Vulcanizing</i>	Operator, <i>Supervisor</i>
	Perawatan mesin tidak maksimal	Operator bekerja terburu-buru	Proses <i>Vulcanizing</i>	Memberikan pengawasan saat proses berlangsung	Setiap proses <i>vulcanizing</i>	Operator dan <i>Supervisor</i>
	Kurang memahami SOP	Minimnya sosialisasi	Setiap proses produksi	Memberikan sosialisasi	Setiap proses produksi	<i>Supervisor</i>

Sumber: Hasil Pengolahan Data

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan yang telah dilakukan pada bab V maka dapat disimpulkan:

1) Hasil nilai OEE setelah melalui analisis yaitu sebesar 70,84%.

Berdasarkan *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) nilai OEE 70,84% dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk peningkatan (*improvement*), jika mengacu pada nilai 85%, maka nilai yang harus ditingkatkan ialah 14,16% sehingga produksi dianggap kelas dunia, bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok bagi banyak perusahaan untuk di jadikan tujuan jangka panjang .Berikut 3 faktor yang mempengaruhi nilai OEE:

- Nilai *Availability* mesin *curing* yaitu 95,84% dan sudah mencapai standar JIPM yaitu sebesar 95% hal ini perlu dipertahankan.
- Nilai *Performace Efficiency* yaitu sebesar 84,27% belum mencapai standar JIPM, karena *time loss* terbesar pada *six big losses* yaitu *reduced speed loss* dengan persentase 45,22% dimana *reduced speed loss* mempengaruhi persentase dari *performance efficiency*.
- Nilai *Rate Of Quality Products* sebesar 87,72% nilai ini belum mencapai standar JIPM karena nilai dari *rework loss* memiliki persentase kedua terbesar yaitu 29,53%.

2) Hasil nilai *total time loss* melalui faktor *six big losses* merupakan penyebab dari rendahnya nilai *Overall Equipments Effectiveness* (OEE). Berdasarkan hasil perhitungan *total time loss* maka nilai-nilai yang didapat dari *six big losses* adalah sebagai berikut; untuk *total time loss* pada *reduced speed losses* yaitu sebesar 77,643,65 menit, *rework loss* yaitu sebesar 50.691,96 menit,

idling minor stoppage yaitu sebesar 21.689 menit, *setup and adjustment loss* yaitu sebesar 11.352 menit, *equipment failure loss* yaitu sebesar 10.019 menit dan terakhir yaitu *scrap/yield loss* sebesar 291,16 menit.

- 3) Cara meningkatkan efektivitas mesin *curing* dengan memperhatikan persentase dari *performance efficiency* yang belum memenuhi standar dimana *performance efficiency* dipengaruhi oleh *idling and minor stoppages* dan *reduced speed loss* maka hal inilah yang harus diperhatikan agar dapat meningkatkan efektivitas mesin *curing*. Sedangkan *rate of quality products* juga belum memenuhi standar dimana ROQP dipengaruhi oleh *rework* dan *scrap* maka jumlah produk cacat diawal dan pada saat produksi harus diperhatikan agar dapat meningkatkan kualitas mesin curing.

6.2. Saran

Dalam meningkatkan keberhasilan TPM pada PT Bridgestone Tire Indonesia maka perlu dilakukan rencana perbaikan berdasarkan 5W+1H yang meliputi:

- Mengadakan pelatihan dan menumbuhkan motivasi dengan cara memberikan penghargaan bagi mereka yang selalu berpedoman pada TPM pilar yang pertama pemeliharaan mesin yang dilakukan oleh operator itu sendiri sehingga dapat meningkatkan kinerja operator.
- Dengan adanya komitmen dari perusahaan untuk menerapkan Total Productive Maintenance (TPM), maka sebaiknya kampanye tentang manfaat dan keuntungan TPM harus dilaksanakan oleh seluruh karyawan.
- Perusahaan sebaiknya melakukan upgrade dan pergantian komponen mesin yang sudah melebihi umur pakai untuk mengurangi kerusakan-kerusakan yang nantinya mungkin terjadi akibat komponen yang sudah tidak layak pakai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvira, Diandra, dkk. 2015. *Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Taping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses*. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. 3 (3): 240-251.
- Ansori, Nachnul& Mustajib,M. Imron. 2012. *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ariani, Dorothea Wahyu. 2003. *Manajemen Kualitas Pendekatan Sisi Kualitatif*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Ariani, Dorothea Wahyu. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*, Edisi Pertama, ANDI, Yogyakarta.
- Assauri, S. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi, edisi revisi*. Jakarta: Lembaga Penerbit FE UI.
- Corder, Antony. 1996. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Denso. 2006. *Introduction to total productive maintenance: Study guide*. Denso.
- Ebeling. E. Charles. 2003. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Boston: McGraw-Hill.
- Gasperz. Vincent. 1997. *Statistical Process Control*. Jakarta : PT Gamedia Pustaka Utama
- Gaspersz. Vincent. 2002. *Total Quality Management*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gustovich, Antony. 2012. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Ishikawa, Kaoru, 1988. *Teknik Penuntun Pengendalian Mutu*, Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Ishikawa, Kaoru, 1989. *Kendali Mutu Terpadu*, Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- LeanIndonesia.com. 2010, November 15. *OEE overall equipment effectiveness* [Web log post]. Retrieved from <http://www.leanindonesia.com/2010/11/oe-overall-equipment-effectiveness/>.

- Nakajima, S. 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance*. United State of American: Productivity Press Inc, Cambridge.
- Rahmadhani.Fitri, dkk. 2014. *Usulan Peningkatan Efektifitas Mesin Ceak Manual Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Studi Kasus di Perusahaan Kerupuk TTN*. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. 2 (4). 156-165.
- Scodanibbio, Carlo. 2008. *How to calculate Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. United State of American: wcp.
- SSCX. 2013. *Mengapa Saya Harus Mengimplementasikan OEE*. Asia: Vorne Industries Inc.
- Tjiptono, F & Diana. A. 2001. *Total Quality Management*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Venkatest, J. 2007. *An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. United State of American: wcp.

LAMPIRAN A

Data Jam Kerja Tersedia Pada Mesin Curing

Bulan	Hari keseluruhan	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)	Jam Kerja Tersedia
Januari 2015	31	60	24	44.640
Februari 2015	28	60	24	40.320
Maret 2015	31	60	24	44.640
April 2015	30	60	24	43.200
Mei 2015	31	60	24	44.640
Juni 2015	30	60	24	43.200
Juli 2015	31	60	24	44.640
Agustus 2015	31	60	24	44.640
September 2015	30	60	24	43.200
Oktober 2015	31	60	24	44.640
November 2015	30	60	24	43.200
Desember 2015	31	60	24	44.640

Jam kerja tersedia didapat dari perhitungan:

Hari keseluruhan x waktu (menit) x waktu (jam)

Contoh perhitungan hari kerja bulan Januari 2015

$31 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} \times 3 \text{ shift} = 744 \text{ jam}$

Dijadikan kedalam menit

$744 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} = 44.640 \text{ menit}$

LAMPIRAN B

Data Total Waktu *Meeting* Periode Januari-Desember 2015

Bulan	<i>Total Days</i> (hari)	<i>Meeting</i> (menit/hari)	<i>Shift</i>	<i>Total Waktu Meeting</i> (menit)
Jan-15	31	10	3	930
Feb-15	28	10	3	840
Mar-15	31	10	3	930
Apr-15	30	10	3	900
Mei-15	31	10	3	930
Jun-15	30	10	3	900
Jul-15	31	10	3	930
Agu-15	31	10	3	930
Sep-15	30	10	3	900
Okt-15	31	10	3	930
Nov-15	30	10	3	900
Des-15	31	10	3	930

Data Waktu *Checking* mesin *curing* periode Januari-Desember 2015

Bulan	<i>Checking</i> (menit/bulan)
Jan-15	60
Feb-15	60
Mar-15	60
Apr-15	60
Mei-15	60
Jun-15	60
Jul-15	60
Agu-15	60
Sep-15	60
Okt-15	60
Nov-15	60
Des-15	60

Dengan adanya data tersebut maka *planned downtime* mesin *curing* di PT Bridgestone Tire Indonesia pada bulan Januari adalah

$$\begin{aligned}
 \text{planned downtime} &= \text{total waktu meeting} + \text{checking} \\
 &= 930 \text{ menit} + 60 \text{ menit} \\
 &= 990 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka menghitung *planned downtime* untuk bulan Februari sampai Desember 2015

Bulan	Meeting	Checking	Total Planned Downtime
	(menit)		
Jan-15	930	60	990
Feb-15	840	60	900
Mar-15	930	60	990
Apr-15	900	60	960
Mei-15	930	60	990
Jun-15	900	60	960
Jul-15	930	60	990
Agu-15	930	60	990
Sep-15	900	60	960
Okt-15	930	60	990
Nov-15	900	60	960
Des-15	930	60	990