

**ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* PADA
MESIN *CARDING COTTON* DENGAN METODE *OVERALL
EQUIPMENT EFFECTIVENESS***

(Studi Kasus: PT. EASTERNTEX - PANDAAN)

**SKRIPSI
KONSENTRASI MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

**YUDIKA RUSTAM EFENDI .S
NIM. 105060700111008-67**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* PADA
MESIN *CARDING COTTON* DENGAN METODE *OVERALL
EQUIPMENT EFFECTIVENESS*
(Studi Kasus: PT. EASTERNTEX - PANDAAN)**

**SKRIPSI
KONSENTRASI MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

YUDIKA RUSTAM EFENDI.S
NIM. 105060700111008-67

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Arif Rahman, ST., MT.
NIP. 19740528 200801 1 010

Remba Yanuar Efranto, ST., MT.
NIP. 19840116 200812 1 003



LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* PADA
MESIN *CARDING COTTON* DENGAN METODE *OVERALL
EQUIPMENT EFFECTIVENESS*
(Studi Kasus: PT. EASTERNTEX - PANDAAN)**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

**YUDIKA RUSTAM EFENDI .S
NIM. 105060700111008-67**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 19 Agustus 2014

Skripsi I

Skripsi II

Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19741115 200604 1 002

Nasir WidhaSetyanto, ST., MT.
NIP. 19700914 200501 1 001

Komprehensif

Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19730819 199903 1 002

**Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Industri**

Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19730819 199903 1 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan anugerah yang telah diberikan-Nya, sehingga Laporan Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik. Dalam pembuatan laporan skripsi ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Secara khusus ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
2. Bapak Arif Rahman, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberi motivasi, ilmu, saran serta arahan kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
3. Bapak Remba Yanuar Efranto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah dengan sabar membantu penulis, memberikan banyak saran, semangat dan masukan yang bermanfaat.
4. Bapak dan Ibu dosen pengamat/penguji pada Seminar Proposal, Seminar Hasil, dan Ujian Komprehensif atas saran dan masukannya, serta seluruh dosen Teknik Industri yang telah banyak mencurahkan ilmunya kepada penulis.
5. Bapak dan Ibu karyawan PT. Easterntex, khususnya Pak Sadewo yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengadakan penelitian. Pak Susilo dan Pak Makrus dengan baik dan ramah menjelaskan kepada saya, Pak Taufik yang telah sabar menjawab semua pertanyaan saya, Bu Dwi dan Bu Titin yang sabar dan ramah.
6. Kedua orang tuaku tercinta, Antonius Sitinjak dan Marice Rumahorbo yang selalu mendoakan dan memberikan semangat, dukungan, dan cinta yang terbaik untuk penulis.
7. Oppung saya, N. Hutahaean, yang memberi saya semangat dan selalu mendoakan saya.
8. Kedua orang saudaraku terkasih, Netty Rona Uli Sitinjak dan Victor Johan Aprizal Sitinjak yang selalu memotivasi khususnya saat penulis menyusun skripsi ini.
9. Kartika Elizabeth Ompusunggu, sahabat yang telah mendukung, memotivasi sehingga tetap bersemangat selama pengerjaan skripsi ini.

10. Sahabat-sahabat Yehezkiel 2010 Erni, Tunggul, Novita, Advent, Kiki, Yanda, Rini, Nirmala, Benny, Preddy, Mike, Musa, Irawan, Yudika, dll atas segala motivasi dan bantuannya selama mengerjakan skripsi ini.
11. Seluruh teman-teman Teknik Industri 2010 (INSURGENT) atas motivasi, dukungan dan partisipasinya.
12. Seluruh keluarga Ergorangers yang saling memberi semangat dan mendukung untuk bersemangat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca terhadap skripsi yang telah penulis susun ini demi perbaikan untuk penyusunan laporan sejenis dimasa yang akan datang.

Malang, Agustus 2014

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	x
SUMMARY	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Batasan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Perawatan	7
2.2.1 Pengertian dan Tujuan Perawatan	7
2.2.2 Jenis-Jenis Perawatan	7
2.2.2.1 <i>Planned Maintenance</i> (Perawatan Terencana)	7
2.2.2.2 <i>Unplanned Maintenance</i> (Perawatan Tak Terencana).....	8
2.2.3 Strategi Perawatan	8
2.3 <i>Total Productive Maintenance</i>	9
2.3.1 Defenisi <i>Total Productive Maintenance</i>	9
2.3.2 Pilar <i>Total Productive Maintenance</i>	10
2.4 <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	13
2.5 <i>Six Big Losses</i>	15
2.6 <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA).....	16
2.6.1 Penilaian <i>Severity, Occurance</i> dan <i>Detection</i>	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20

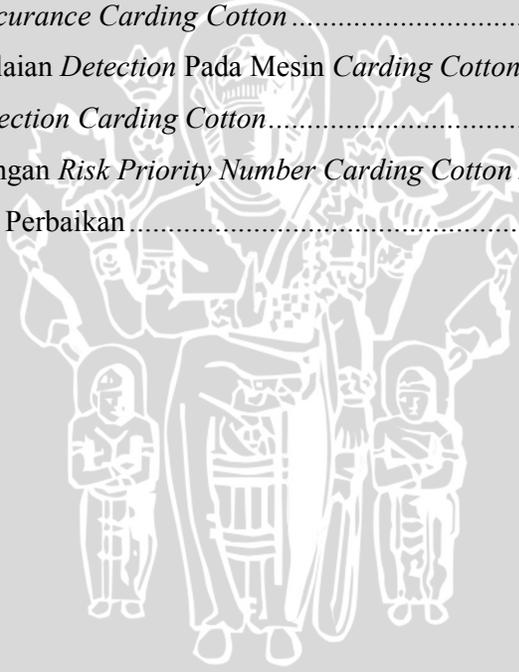
3.1 Jenis Penelitian	20
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.3 Sumber Data Penelitian.....	20
3.4 Tahap Penelitian	20
3.4.1 Tahap Pendahuluan.....	20
3.4.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	21
3.4.3 Tahap Analisis dan Pembahasan	22
3.4.4 Tahap Kesimpulan dan Saran.....	22
3.5 Diagram Alir Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	25
4.1.1 Profil Perusahaan.....	25
4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan.....	26
4.1.3 Lokasi Perusahaan	29
4.1.4 Proses Produksi	29
4.1.5 Bahan Baku	30
4.1.6 Produk	31
4.1.7 Mesin	32
4.2 Pengumpulan Data.....	38
4.2.1 Pengumpulan Data Primer	38
4.2.2 Pengumpulan Data Sekunder	38
4.3 Pengolahan Data	40
4.3.1 Perhitungan dan Analisis <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)....	40
4.3.2 Perhitungan dan Analisis <i>Six Big Losses</i>	49
4.3.3 <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA)	68
4.3.4 Rekomendasi Perbaikan.....	78
4.4 Analisis dan Pembahasan.....	81
BAB V PENUTUP	87
5.1 Kesimpulan.....	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Data <i>Downtime</i> Dan <i>Defect</i> Mesin Spinning B2 Pada Maret 2013-Maret 2014.	2
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini	6
Tabel 2.2	Contoh Kriteria Evaluasi Dan Sistem Peringkat Untuk <i>Severity</i>	17
Tabel 2.3	Contoh Kriteria Evaluasi Dan Sistem Peringkat Untuk <i>Occurance</i>	18
Tabel 2.4	Contoh Kriteria Evaluasi Dan Sistem Peringkat Untuk <i>Detection</i>	18
Tabel 4.1	Data Asal Bahan Baku PT.Easterntex	30
Tabel 4.2	Syarat Kehalusan Dan Kekuatan Serat Bahan Baku.....	31
Tabel 4.3	Data Waktu <i>Loading Carding Cotton</i> Selama Maret 2013-Maret 2014.....	38
Tabel 4.4	Data <i>Downtime</i> Mesin <i>Carding Cotton</i> 5 Selama Maret 2013- Maret 2014.....	39
Tabel 4.5	Data <i>Downtime</i> Mesin <i>Carding Cotton</i> 6 Selama Maret 2013- Maret 2014.....	39
Tabel 4.6	Data <i>Downtime</i> Mesin <i>Carding Cotton</i> 12 Selama Maret 2013- Maret 2014.....	39
Tabel 4.7	Produk Cacat Mesin <i>Carding Cotton</i> Selama Maret 2013- Maret 2014.....	40
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan <i>Availability Rate</i> Mesin <i>Carding Cotton</i> 5	41
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan <i>Availability Rate</i> Mesin <i>Carding Cotton</i> 6	42
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan <i>Availability Rate</i> Mesin <i>Carding Cotton</i> 12	42
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan <i>Perfomance Rate</i> Mesin <i>Carding Cotton</i> 5.....	44
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan <i>Perfomance Rate</i> Mesin <i>Carding Cotton</i> 6.....	44
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan <i>Perfomance Rate</i> Mesin <i>Carding Cotton</i> 12.....	45
Tabel 4.14	Hasil Perhitungan <i>Rate Of Quality</i> Mesin <i>Carding Cotton</i>	46
Tabel 4.15	Hasil Perhitungan OEE <i>Carding Cotton</i> 5 Selama Maret 2013-Maret 2014.....	47
Tabel 4.16	Hasil Perhitungan OEE <i>Carding Cotton</i> 6 Selama Maret 2013-Maret 2014.....	48
Tabel 4.17	Hasil Perhitungan OEE <i>Carding Cotton</i> 12 Selama	

Maret 2013-Maret 2014.....	48
Tabel 4.18 Nilai OEE <i>Carding Cotton</i> 5,6, Dan 12 Selama Maret 2013-Maret 2014.....	49
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Persentase <i>Breakdown Losses Carding Cotton</i> 5.....	50
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Persentase <i>Breakdown Losses Carding Cotton</i> 6.....	51
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Persentase <i>Breakdown Losses Carding Cotton</i> 12....	51
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Persentase <i>Setup And Adjustment Losses Carding Cotton</i> 5	52
Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Persentase <i>Setup And Adjustment Losses Carding Cotton</i> 6	53
Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Persentase <i>Setup And Adjustment Losses Carding Cotton</i> 12	54
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Persentase <i>Idling And Minor Stoppage Losses Carding Cotton</i>	55
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Persentase <i>Reduced Speed Losses Carding Cotton</i> 5	56
Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Persentase <i>Reduced Speed Losses Carding Cotton</i> 6	56
Tabel 4.28 Hasil Perhitungan Persentase <i>Reduced Speed Losses Carding Cotton</i> 12	57
Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Persentase <i>Process Defect Losses Carding Cotton</i> 5	58
Tabel 4.30 Hasil Perhitungan Persentase <i>Process Defect Losses Carding Cotton</i> 6	59
Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Persentase <i>Process Defect Losses Carding Cotton</i> 12	59
Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Persentase <i>Reduced Yield Losses Carding Cotton</i> 5	60
Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Persentase <i>Reduced Yield Losses Carding Cotton</i> 6	61
Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Persentase <i>Reduced Yield Losses Carding Cotton</i> 12	61
Tabel 4.35 Rekap Data <i>Six Big Losses Carding Cotton</i> 5 Selama Maret 2013-Maret 2014.....	62

Tabel 4.36 Hasil Perhitungan <i>Time Losses</i> Pada Mesin <i>Carding Cotton</i> 5.....	63
Tabel 4.37 Rekap Data <i>Six Big Losses Carding Cotton</i> 6 Selama Maret 2013-Maret 2014.....	64
Tabel 4.38 Hasil Perhitungan <i>Time Losses</i> Pada Mesin <i>Carding Cotton</i> 6.....	65
Tabel 4.39 Rekap Data <i>Six Big Losses Carding Cotton</i> 6 Selama Maret 2013-Maret 2014.....	66
Tabel 4.40 Hasil Perhitungan <i>Time Losses</i> Pada Mesin <i>Carding Cotton</i> 12.....	67
Tabel 4.41 Hasil <i>Brainstorming Failure, Failure Mode, Dan Failure Effect</i> <i>Carding Cotton</i>	69
Tabel 4.42 Kriteria Penilaian <i>Severity</i> Pada Mesin <i>Carding Cotton</i>	72
Tabel 4.43 Penilaian <i>Severity Carding Cotton</i>	73
Tabel 4.44 Kriteria Penilaian <i>Occurance</i> Pada Mesin <i>Carding Cotton</i>	74
Tabel 4.45 Penilaian <i>Occurance Carding Cotton</i>	74
Tabel 4.46 Kriteria Penilaian <i>Detection</i> Pada Mesin <i>Carding Cotton</i>	76
Tabel 4.47 Penilaian <i>Detection Carding Cotton</i>	76
Tabel 4.48 Hasil Perhitungan <i>Risk Priority Number Carding Cotton</i>	77
Tabel 4.49 Rekomendasi Perbaikan.....	86



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Diagram Alir Pemilihan Jenis Perbaikan Pada TPM	9
Gambar 2.2	Pilar <i>Total Productive Maintenance</i>	13
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 4.1	Struktur Organisasi Spinning B2	26
Gambar 4.2	Mesin Spinning B2	28
Gambar 4.3	<i>Flow</i> Proses Pembuatan Benang	29
Gambar 4.4	Mesin <i>Carding</i>	33
Gambar 4.5	Mesin <i>Pre Drawing</i>	34
Gambar 4.6	Mesin <i>Sliver</i>	34
Gambar 4.7	Mesin <i>Combing</i>	35
Gambar 4.8	Mesin <i>Drawing</i>	36
Gambar 4.9	Mesin <i>Roving</i>	36
Gambar 4.10	Mesin <i>Winding</i>	37
Gambar 4.11	<i>Time Losses Carding Cotton 5</i>	63
Gambar 4.12	<i>Time Losses Carding Cotton 6</i>	66
Gambar 4.13	<i>Time Losses Carding Cotton 12</i>	68
Gambar 4.14	Letak Komponen PLC dan <i>Gearbox</i> Pada Mesin <i>Carding Cotton</i> ...	79

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Jumlah Produksi Mesin <i>Carding Cotton</i>	91



RINGKASAN

Yudika Rustam Efendi S., Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2014, Analisis *Total Productive Maintenance* Pada Mesin *Carding Cotton* Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness*, Dosen Pembimbing: Arif Rahman dan Remba Yanuar Efranto.

PT.EASTERNTEX adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri pembuatan kain yang bahan bakunya benang. Permasalahan yang dihadapi oleh PT.Easterntex adalah tingginya *downtime* pada mesin yang digunakan. Tingkat *downtime* tertinggi terdapat pada mesin *carding cotton*. Penelitian ini dilakukan di Departemen Spinning B2 pada mesin *carding cotton* 5,6,dan 12. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat (*Availability*), *performace rate*, serta *rate of quality* serta mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Penelitian ini bertujuan menganalisis *six big losses*, nilai RPN, dan menganalisis sistem perawatan pada mesin *carding cotton* serta memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan konsep *Total Productive Maintenance*.

Konsep *Total Productive Maintenance* digunakan untuk meningkatkan keefektifan penggunaan peralatan dengan pilar TPM. *Overall Equipment Effectiveness* adalah suatu pendekatan kuantitatif yang digunakan untuk menilai tingkat keefektifan peralatan atau mesin. Perhitungan *six big losses* digunakan untuk mengetahui *losses* yang paling mempengaruhi mesin. *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada mesin yang digunakan. Perhitungan *Risk Priority Number* dilakukan untuk menentukan komponen yang diprioritaskan pada mesin *carding cotton*.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, maka didapatkan nilai rata-rata *availability rate carding cotton* 5 sebesar 91%, *carding cotton* 6 sebesar 98,01%, *carding cotton* 12 sebesar 95,95%. Nilai rata-rata *performance rate carding cotton* 5, 6, dan 12 sebesar 70,45%. Nilai rata-rata *rate of quality* mesin *carding cotton* 5,6 dan 12 sebesar 99,66%. Nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness*(OEE) *carding cotton* 5 sebesar 63,75%, *carding cotton* 6 sebesar 68,81% dan *carding cotton* 12 sebesar 67,32%. Nilai *losses* terbesar pada mesin *carding cotton* yaitu *reduced speed losses*. Nilai *time losses* pada *reduced speed losses carding cotton* 5 sebesar 151965.22 menit, *carding cotton* 6 sebesar 165171.31 menit, dan *carding cotton* 12 sebesar 161184.96 menit. Pada perhitungan RPN terdapat 2 kegagalan yang bernilai di atas 100 yaitu PLC rusak dan *gearbox* aus. Untuk mengatasi masalah tersebut maka pihak manajemen perawatan perlu menambahkan *resistant temperature detector* dan *proximity sensor* sehingga dapat mendeteksi akan terjadinya kerusakan pada komponen tersebut.

Kata Kunci : *Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Failure Mode And Effect Analysis, Risk Priority Number.*

SUMMARY

Yudika Rustam Efendi S, Department of Industrial Engineering, Engineering Faculty, University of Brawijaya, July 2014, *Analysis of Total Productive Maintenance In Carding Cotton Machine With Overall Equipment Effectiveness Method*, Academic Supervisor: Arif Rahman and Remba Yanuar Efranto.

PT. Easterntex is a textile company that produce yarn. PT.Easterntex has problem with downtime machine. The highest downtime on carding cotton machine. This research was conducted in the Department of Spinning B2 on carding cotton 5, carding cotton 6, and carding cotton 12. The aims of this study to determine the level of availability rate, performance rate, quality rate and analyze overall equipment effectiveness(OEE) value. This research purpose to analyze six big losses, RPN values, analyze maintenance system on carding cotton machine and provide recommendations for improvements based on the concept of Total Productive Maintenance.

Total Productive Maintenance design to maximize equipment effectiveness by TPM pillars. Overall Equipment Effectiveness is quantitative approach to assessing the equipment or machine effectiveness. Six big losses used to analyze losses that most affect the equipment or machine. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) purpose to identify potential failure on the machine. Risk Priority Number was performed to determine priority component on carding cotton machine.

Based on this research, availability value of carding cotton 5 is 91%, carding cotton 6 is 98.01%, carding cotton 12 is 95,95%. Performance rate value of carding cotton 5, 6, and 12 is 70,45%. Rate of quality carding cotton 5, 6, and 12 is 99.66%. Overall equipment effectiveness (OEE) value of carding cotton 5 is 63.75%, carding cotton 6 is 68.81% and carding cotton 12 is 67,32%. The largest losses value of carding cotton machine is reduced speed losses. Value on reduced speed losses of carding cotton 5 is 151965.22 minutes, carding cotton 6 is 165171.31 minutes, and carding cotton 12 is 161184.96 minutes. Based on RPN analyze there are 2 failure ≥ 100 is PLC damaged and worn gearbox. So, maintenance management need to add a resistant temperature detector and proximity sensor to detect failure.

Keywords: Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Failure Mode And Effect Analysis, Risk Priority Number.

BAB I PENDAHULUAN

Dalam melaksanakan penelitian diperlukan suatu dasar untuk mendukung penelitian tersebut. Dalam bab pendahuluan ini akan berisi ulasan latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta asumsi dan batasan.

1.1 Latar Belakang

Perusahaan saat ini telah berkembang sangat pesat sehingga terjadi persaingan yang semakin ketat. Persaingan yang semakin ketat ini mendorong perusahaan untuk meningkatkan kemampuan perusahaan. Perusahaan dituntut untuk dapat memberikan produk yang berkualitas dan diinginkan oleh konsumen tepat waktu. Untuk dapat memenuhi permintaan dan keinginan konsumen tepat waktu maka pihak perusahaan harus bisa melakukan aktivitas produksi dengan efektif dan efisien. Setiap aktivitas produksi harus mengurangi berbagai pemborosan agar menghasilkan produk tepat waktu sehingga perusahaan dapat memenangkan persaingan. Kegiatan produksi harus disusun sebaik mungkin agar semua aktivitas yang dilaksanakan efektif dan efisien. Salah satu permasalahan yang sering dihadapi dalam aktivitas produksi adalah seringnya terjadi gangguan pada mesin sehingga mengganggu jalannya proses produksi. Hal inilah yang menyebabkan banyak kerugian pada perusahaan, baik secara waktu maupun secara material.

Mesin merupakan bagian yang sangat penting bagi perusahaan. Mesin yang digunakan dalam proses produksi membutuhkan perawatan sehingga tetap terjaga dan dapat beroperasi dengan baik. Apabila terjadi gangguan dengan mesin yang digunakan maka akan menyebabkan gangguan kelancaran proses produksi, dan hal ini dapat menyebabkan rendahnya jumlah hasil produksi. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem perawatan yang tepat. Masalah gangguan mesin merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh bagi proses produksi perusahaan. Salah satu cara yang diterapkan untuk menghadapi masalah gangguan mesin adalah dengan penerapan metode *total productive maintenance*. Metode *total productive maintenance* sangat tepat untuk dilaksanakan bagi perusahaan khususnya perusahaan manufaktur. *Total productive maintenance* merupakan suatu pendekatan inovatif pemeliharaan yang mengoptimalkan ke-efektifan peralatan, mengurangi terjadinya kerusakan dan melakukan pemeliharaan

mandiri oleh operator melalui aktivitas sehari-hari dengan melibatkan seluruh pekerja secara menyeluruh. Penerapan konsep *total productive maintenance* dapat mengurangi *losses* yang ada pada mesin. Perusahaan yang baik memiliki *losses* yang rendah pada mesin produksi yang digunakannya. Perusahaan yang baik memiliki nilai *Overall Equipment Effectiveness* $\geq 85\%$ (Nakajima, 1988).

PT Easterntex merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri pembuatan kain (*grey*) yang bahan bakunya benang (*yarn*). PT.Easterntex memiliki 3 departemen untuk memproduksi benang yaitu Departemen Spinning A, Spinning B1, Departemen Spinning B2. Untuk memproduksi benang pada PT. Easterntex maka dibutuhkan campuran dari kombinasi bahan baku *cotton* dan *polyester*. Jadwal proses produksi PT Easterntex 7 hari selama 1 minggu, dimana setiap harinya jadwal produksi selama 24 jam. Oleh karena itu sangat dibutuhkan perawatan yang tepat sehingga mendukung jalannya proses produksi. Masalah yang dihadapi oleh PT. Easterntex memiliki tingkat *downtime* yang cukup tinggi. Data *downtime* mesin pada departemen Spinning B2 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data *Downtime* Dan *Defect* Mesin Pada Maret 2013-Maret 2014

Nama Mesin	Jumlah Mesin	Total <i>Downtime</i> (Jam)	Total <i>Downtime</i> (menit)	Jenis <i>Defect</i>	% Rata-rata <i>Defect</i>
Carding Cotton	12	1482	88920	<i>Carding cotton nep</i>	58,25
<i>Combing</i>	14	159	9540	<i>Combing nep</i>	25,66
<i>Unilap</i>	2	183,5	11010	-	-
<i>Blowing</i>	1	15	900	-	-
PDP	4	1290	77400	-	-
Blowing Pet	1	14	840	-	-
Carding Pet	14	313,5	18810	<i>Carding pet nep</i>	0,88

Sumber: PT Easterntex 2014

Dari Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa tingkat *downtime* sangat tinggi. Dapat diketahui bahwa rata-rata tingkat *downtime* tertinggi terdapat pada mesin *carding cotton*. Oleh karena itu penelitian ini akan berfokus pada mesin *carding cotton*. Tingginya tingkat *downtime* pada mesin *carding cotton* mengganggu kelancaran proses produksi sehingga mempengaruhi tingkat pendapatan atau keuntungan dari hasil produksi benang. Untuk melakukan perbaikan efektivitas maka diperlukan suatu sistem pendekatan yang tepat. Salah satu sistem pendekatan yang tepat untuk mengatasi masalah perawatan mesin adalah dengan menggunakan konsep *total productive*

maintenance. Konsep *total productive maintenance* sangat cocok untuk menganalisa kondisi mesin yang digunakan serta mengetahui nilai efektivitas dari penggunaan mesin dan dapat membantu meningkatkan nilai efektivitas dari penggunaan mesin. *Total Productive Maintenance* didesain untuk memaksimalkan keefektifan (mengembangkan efisiensi keseluruhan) dengan menyusun sebuah sistem perawatan produksi yang meliputi seluruh siklus hidup dari peralatan dan dengan partisipasi dari semua karyawan mulai dari manajemen puncak sampai kepada pekerja paling bawah untuk meningkatkan perawatan produktif melalui motivasi manajemen (Tsuchiya, 1992).

Sebelum melakukan analisa terhadap mesin yang digunakan dalam proses produksi maka perlu diketahui tingkat keefektifan penggunaan mesin tersebut dalam proses produksi. Untuk mengetahui tingkat keefektifan mesin yang digunakan, maka akan dilakukan perhitungan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Dengan menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), maka keefektifan penggunaan mesin dapat diketahui dan dengan delapan pilar yang terdapat pada konsep *total productive maintenance* maka akan dapat membantu perusahaan untuk meminimasi kerusakan atau gangguan pada mesin. Selain itu dilakukan juga analisa permasalahan kegagalan yang mungkin terjadi pada mesin *carding cotton* dengan menggunakan metode (FMEA). Metode FMEA juga digunakan untuk menentukan komponen yang diprioritaskan melalui nilai RPN yang tinggi. Menurut Stephens (2004) tujuan dari FMEA untuk mengidentifikasi kegagalan dari semua cara baik peralatan, proses, maupun produk untuk menentukan bagaimana kegagalan tersebut dapat mempengaruhi peralatan atau keseluruhan sistem dan untuk memberikan solusi maupun tindakan perbaikan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas, maka hasil identifikasi masalah yaitu tingginya *downtime* pada mesin *carding cotton* sehingga mengurangi keuntungan perusahaan.

1.3 Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah diatas dapat dirumuskan permasalahan, yaitu apa penyebab tingginya tingkat *downtime* pada mesin *carding cotton* di Spinning B2.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui tingkat ketersediaan (*Availability*), *Perfomance Rate*, serta *Rate of Quality* serta mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang ada di Spinning B2 pada mesin *carding cotton*.
2. Mengetahui besarnya *losses* serta mengetahui *losses* yang paling berpengaruh terhadap mesin *carding cotton*.
3. Mengetahui *failure*, *failure mode*, *failure effect* serta mengetahui nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* pada setiap bentuk *failure*, serta mengetahui nilai RPN tertinggi untuk menentukan komponen prioritas pada mesin *carding cotton*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai besarnya nilai OEE(*Overall Equipment Effectiveness*) serta besarnya *losses* pada mesin *carding cotton* di stasiun Spinning B2, sehingga dapat dilakukan evaluasi ataupun perbaikan.
2. Memberikan masukan ataupun saran dan pertimbangan mengenai strategi perawatan pada mesin *carding cotton* di Spinning B2 dengan metode TPM.

1.6 Batasan

Agar penelitian ini dapat memberikan hasil yang sesuai dengan tujuan maka dilakukan pembatasan masalah yaitu

1. Penelitian ini terbatas pada stasiun Spinning B2.
2. Penelitian ini terbatas pada mesin *carding cotton* 5,6, dan 12.
3. Penelitian terbatas sampai pada rekomendasi perbaikan dalam TPM.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa teori atau referensi yang akan digunakan sebagai dasar dalam pengerjaan penelitian ini. Oleh karena itu, pada bab II akan menjelaskan tentang beberapa teori atau literatur yang mendukung penelitian ini. Secara garis besar landasan teori yang terdapat pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Terdahulu
2. Perawatan
3. *Total Productive Maintenance*
4. *Overall equipment effectiveness*
5. *Six Big Losses*
6. FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*)

2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk mengetahui perkembangan penelitian mengenai permasalahan *total productive maintenance*, maka peneliti akan memberikan sedikit gambaran dari beberapa penelitian yang pernah ada sehingga dapat membedakan penelitian ini dengan penelitian lainnya. Beberapa penelitian terdahulu tersebut adalah :

1. Henry (2009) dalam penelitiannya yang berjudul “Penerapan *Total Productive Maintenance* untuk peningkatan efisiensi produksi dengan menggunakan metode *overall equipment effectiveness*” membahas mengenai masalah yang berhubungan dengan mesin/peralatan yang diakibatkan oleh *six big losses*, serta untuk menanggulangi dan mencegah masalah tersebut, pada PT. Perkebunan Nusantara III Gunung. Hasil penelitian yang didapatkan yaitu nilai OEE untuk periode Februari 2008 - Januari 2009 berkisar antara 77,15% sampai 82,72%. Nilai *idling and minor stoppage losses* merupakan masalah yang paling dominan yaitu sebesar 910,33 jam.
2. Miko (2009) dalam penelitiannya yang berjudul “Evaluasi Efektivitas mesin dengan penerapan *Total Productive Maintenance*” membahas mengenai masalah yang berkaitan dengan efektivitas mesin/peralatan yang diakibatkan oleh *six big losses*, dan untuk mencegah masalah tersebut pada PT. Hadi Baru. Hasil penelitian yang didapatkan yaitu diperoleh nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) untuk periode yang berkisar 77,20% - 84,38%, rasio *performance efficiency* yang berkisar

antara 86,61% - 94,38% , dan rasio *availability* 90,2%- 93,2%. Nilai *reduced speed losses* merupakan salah satu permasalahan yang paling dominan.

- Susanti (2011) dalam penelitiannya yang berjudul “Perhitungan dan Analisa nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada proses awal pengolahan kelapa sawit” Pada penelitian ini peneliti mengukur nilai *Overall Equipment Effectiveness* satu lini produksi dari pengolahan minyak kelapa sawit pada PT. X dalam satu periode, kemudian dilanjutkan dengan menganalisa nilai dengan menggunakan analisa pareto dari hasil yang diperoleh oleh akar penyebab nilai OEE tersebut. Nilai OEE yang diperoleh adalah 46,99%, yang jauh di bawah standar, standar OEE > 84%, selanjutnya nilai faktor yang mempengaruhi OEE tersebut yaitu nilai *performance* yaitu 55,06%. Penelitian ini menemukan bahwa *speed losses* merupakan salah satu permasalahan yang sebenarnya yaitu 16,60%.

Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Ini

No	Penulis	Judul	Metode	Hasil
1	Henry	Penerapan <i>Total Productive Maintenance</i> untuk peningkatan efisiensi produksi dengan menggunakan metode <i>overall equipment effectiveness</i> pada PT. Perkebunan Nusantara III Gunung	OEE	Nilai OEE untuk periode Februari 2008 - Januari 2009 berkisar antara 77,15% sampai 82,72%. Nilai <i>idling and minor stoppage losses</i> merupakan masalah terbesar yaitu sebesar 910,33 jam
2	Miko	Evaluasi Efektivitas mesin dengan penerapan <i>Total Productive Maintenance</i> pada PT. Hadi Baru	OEE	Nilai OEE periode Januari-Desember 2008 yang berkisar 77,07% - 84,38%, Nilai <i>reduced speed losses</i> merupakan salah satu permasalahan yang paling dominan
3	Susanti	Perhitungan dan Analisa nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> pada proses awal pengolahan kelapa sawit	OEE	Nilai OEE yang diperoleh adalah 46,99%, Nilai <i>speed losses</i> merupakan salah satu permasalahan yang sebenarnya yaitu 16,60%.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penelitian ini menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dan FMEA serta objek penelitian yang digunakan. Objek yang digunakan adalah PT. Easterntex pada Spinning B2.

2.2 Perawatan

2.2.1 Pengertian dan Tujuan Perawatan

Perawatan (*maintenance*) merupakan kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas dan mengadakan perbaikan, penyesuaian dan penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Dengan adanya kegiatan perawatan maka peralatan pabrik dapat terjaga dalam kondisi yang diinginkan dan dapat dipergunakan untuk proses produksi. Kegiatan yang termasuk dalam kegiatan perawatan yaitu meminyaki, perbaikan peralatan yang rusak, penyesuaian dan penggantian *sparepart* (Assauri, 1980).

Maintenance merupakan salah satu kegiatan pendukung agar proses produksi berjalan dengan lancar. Tujuan utama dari kegiatan perawatan (*maintenance*) menurut Assauri (1980) sebagai berikut:

1. Dapat memenuhi kebutuhan produksi sesuai dengan yang direncanakan.
2. Menjaga kualitas produk yang dihasilkan dan menjaga kegiatan produksi agar tidak terganggu
3. Membantu mengurangi pemakaian yang melebihi batas yang ditentukan dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan agar sesuai dengan kebijakan perusahaan selama waktu yang ditentukan.
4. Menjaga biaya perawatan agar tetap serendah mungkin dengan melaksanakan kegiatan perawatan secara efektif dan efisien.
5. Menghindari kegiatan perawatan yang dapat mengganggu dan membahayakan keselamatan pekerja.
6. Mengadakan kerjasama dengan fungsi-fungsi utama lainnya dalam suatu perusahaan untuk mencapai tujuan utama perusahaan

2.2.2 Jenis-Jenis Perawatan

2.2.2.1 *Planned Maintenance* (Pemeliharaan Terencana)

Planned Maintenance adalah pemeliharaan yang diorganisasikan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah

ditetapkan sebelumnya (Anthony dan Kusnul, 1992). *Planned Maintenance* terbagi menjadi 3 yaitu: *Preventive Maintenance*, *Predictive Maintenance*, dan *Corrective Maintenance*.

2.2.2.2 *Unplanned Maintenance* (Pemeliharaan Tak Terencana)

Pemeliharaan tak terencana biasanya disebut dengan perawatan darurat yaitu pemeliharaan yang perlu segera dilakukan untuk mencegah akibat yang serius (Anthony dan Kusnul, 1992). Pemeliharaan tak terencana biasanya dilakukan pada saat mesin mengalami kerusakan secara tiba-tiba.

2.2.3 Strategi Perawatan

Menurut Stephens (2004) strategi perawatan dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. *Preventive Maintenance* (Perawatan Pencegahan)

Preventive Maintenance atau pemeliharaan pencegahan adalah pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya, atau terhadap kriteria lain yang diuraikan dengan tujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan pada bagian lain (Anthony dan Kusnul, 1992). Dengan adanya *preventive maintenance* maka peralatan atau fasilitas produksi akan dapat berjalan dengan lancar dan dapat mendukung berjalannya proses produksi (Assauri, 1980).

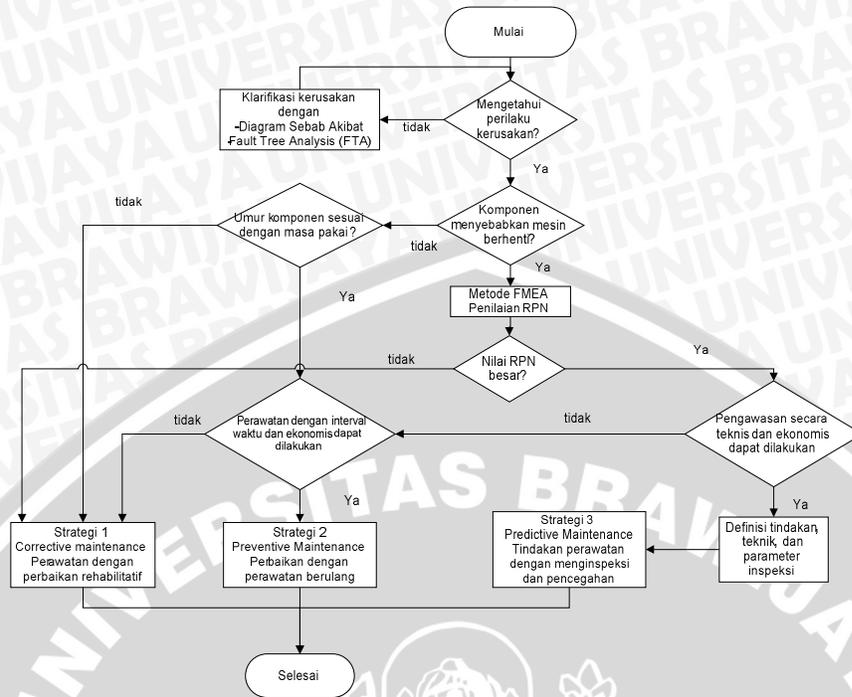
2. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance atau pemeliharaan korektif adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada peralatan sehingga tidak dapat beroperasi (Assauri, 1980).

3. *Predictive Maintenance*

Predictive Maintenance adalah suatu perawatan terencana yang dilaksanakan sesuai dengan yang telah direncanakan sebelum terjadinya kerusakan baik kerusakan total atau mesin beroperasi di bawah standar yang ditetapkan (Anthony dan Kusnul, 1992).

Langkah-langkah dalam penerapan TPM terhadap jenis perbaikan yang dilakukan pada mesin (Nebl dan Pruess, 2006). Berikut Gambar 2.1 ini merupakan diagram alir pemilihan strategi jenis perbaikan pada TPM:



Gambar 2.1 Diagram Alir Pemilihan Jenis Perbaikan pada TPM
 Sumber: Nebl dan Pruess (2006)

2.3 Total Productive Maintenance

Perkembangan kompetisi industri saat ini semakin ketat sehingga dibutuhkan suatu sistem produksi yang semakin efektif dan efisien, dengan itu maka muncul *total productive maintenance*.

2.3.1 Definisi Total Productive Maintenance

Total Productive Maintenance berasal dari Amerika dengan nama *Preventive Maintenance* yang dibawa ke Jepang. *Total Productive Maintenance* bertujuan untuk memberikan perbaikan terus-menerus dan perbaikan pada keefektifan peralatan melalui keterlibatan dan partisipasi aktif dari seluruh karyawan. TPM bertujuan untuk mencapai *zero breakdowns* dan *zero defect* dengan melibatkan operator dan manajemen perawatan sebagai mitra dalam pemeliharaan peralatan (Stephens, 2004). *Total Productive Maintenance* merupakan suatu sistem perawatan mesin, dimana semua operator dari lini paling bawah sampai kepada manajemen puncak turut serta di dalamnya. *Total Productive Maintenance* bertujuan untuk menciptakan suatu sistem produksi yang efektif dan efisien dengan sasaran tercapainya *zero breakdown*, *zero*

defect, dan *zero accident* sepanjang siklus produksi sehingga memaksimalkan sistem produksi suatu perusahaan (Nakajima, 1988).

Total Productive Maintenance merupakan strategi perbaikan (*improvement*) yang diperuntukkan bagi perusahaan secara menyeluruh dengan melibatkan seluruh karyawan pada perusahaan tersebut. *Total Productive Maintenance* membutuhkan kerjasama antara bagian pemeliharaan dan produksi untuk menjaga peralatan dalam kondisi baik sehingga dapat meningkatkan kualitas produk, mengurangi pemborosan, mengurangi biaya manufaktur, meningkatkan ketersediaan penggunaan peralatan, serta meningkatkan kondisi pemeliharaan peralatan perusahaan (Tsuchiya, 1992).

2.3.2 Pilar *Total Productive Maintenance*

Menurut Melesse (2012) dan Ajit (2012) *total productive maintenance* memiliki 8 dasar yang sering disebut dengan pilar *total productive maintenance*. Penjelasan mengenai pilar TPM sebagai berikut:

1. Pemeliharaan Mandiri (*Autonomous Maintenance*)

Autonomous Maintenance atau pemeliharaan mandiri merupakan suatu kegiatan pemeliharaan yang dirancang untuk mengembangkan operator untuk bertugas mengurus pemeliharaan kecil sehingga operator dapat berfokus pada aktivitas yang memberikan nilai tambah dan perbaikan teknis. Operator bertanggung jawab untuk pemeliharaan peralatan dan pencegahan dari kerusakan. Dengan adanya pemeliharaan mandiri maka kondisi mesin dapat tetap terjaga. Kegiatan yang termasuk dalam pemeliharaan mandiri yaitu pembersihan, pelumasan, inspeksi visual, dan pengetatan baut pada mesin. Tujuan utama dari pemeliharaan mandiri yaitu mengurangi gangguan operasi peralatan, melatih agar operator dapat mengoperasikan dan memelihara peralatan lain dan menghilangkan cacat pada sumbernya.

2. Pemeliharaan terencana (*Planned maintenance*)

Planned Maintenance bertujuan untuk memastikan mesin dan peralatan bebas dari kerusakan serta menjaga agar produk yang dihasilkan bebas dari cacat untuk menjaga kepuasan pelanggan. Pemeliharaan terencana merupakan suatu metode proaktif yang menggunakan ahli pemeliharaan untuk melatih operator dalam menjaga dan merawat peralatan. Tujuan utama dari pemeliharaan mandiri adalah untuk mencapai dan mempertahankan ketersediaan mesin, menjaga biaya perawatan agar tetap seoptimal

mungkin, mengurangi persediaan suku cadang, meningkatkan keandalan dan pemeliharaan mesin.

3. *Kaizen*

“Kai” berarti perubahan dan “Zen” berarti lebih baik. Pada dasarnya *kaizen* adalah perbaikan kecil namun dilakukan secara terus menerus dan melibatkan semua orang dalam organisasi. Prinsip *kaizen* adalah "perbaikan kecil dalam jumlah besar lebih efektif dalam lingkungan organisasi dari beberapa perbaikan nilai besar". Target *kaizen* adalah untuk mencapai dan mempertahankan nol *losses* dengan memperhatikan pemberhentian kecil, pengukuran dan penyesuaian cacat dan *downtime* yang tidak dapat dihindari.

4. Pemeliharaan yang berkualitas (*Quality maintenance*)

Tujuan dari pemeliharaan yang berkualitas untuk mencapai dan mempertahankan tidak adanya keluhan pelanggan, mengurangi adanya cacat dalam proses produksi dan mengurangi biaya kualitas. Kegiatan pemeliharaan yang berkualitas untuk mengatur kondisi peralatan agar menghilangkan cacat dan mutasi kualitas berdasarkan konsep pemeliharaan peralatan yang sempurna untuk menjaga kualitas produk.

5. *Training*

Pilar ini bertujuan untuk operator terampil, memiliki kemauan kerja yang tinggi dan mampu melakukan semua tugas yang diperlukan dengan efektif dan mandiri. Pelatihan dilaksanakan untuk meningkatkan kemampuan operator. Pelatihan berfokus pada kegiatan peningkatan pengetahuan dan ketrampilan operator. Dengan pengalaman pelatihan maka operator dapat mengatasi masalah yang ada. Dengan teknik pelatihan yang tepat maka dapat menciptakan lingkungan belajar mandiri. Target utama dari pelatihan adalah untuk mencapai dan mempertahankan nol *downtime* dan nol kerugian.

6. Keselamatan, kesehatan, dan lingkungan (*safety, health, and environment*)

Pilar ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja dan area di sekitar operator yang aman sesuai dengan proses atau prosedur. Tujuan dari pilar ini adalah untuk mencapai *zero accident*, *zero health damage*, dan *zero fire*. Pilar ini penting untuk menjaga keselamatan operator.

7. *TPM office*

Pilar ini berfungsi untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi dalam fungsi-fungsi administratif, mengidentifikasi dan menghilangkan kerugian. Kegiatan yang

termasuk dalam pilar *TPM office* adalah menganalisis proses dan prosedur terhadap peningkatan otomatisasi kantor. Dengan adanya pilar ini maka sehingga dapat melibatkan semua orang dalam fungsi pendukung untuk fokus pada kinerja yang lebih baik, mengurangi pekerjaan berulang-ulang, mengurangi biaya administrasi, mengurangi persediaan biaya tercatat, pengurangan jumlah *file*, mengurangi kerusakan peralatan kantor dan mengurangi keluhan pelanggan, dan menjaga lingkungan agar tetap bersih.

8. 5S

5-S merupakan salah satu pilar *total productive maintenance*. 5-S merupakan kependekan dari *seiri, seiton, seiso, seiketsu* dan *shitsuke*. Penjelasan mengenai komponen 5-s menurut Yasuhiro (1993) dalam Nugroho (2000) sebagai berikut:

1. *Seiri* (Ringkas)

Seiri yaitu memisahkan benda yang diperlukan dengan benda yang tidak diperlukan, dan menyingkirkan benda yang tidak diperlukan. lebih efisien.

2. *Seiton* (Rapi)

Seiton yaitu menyusun benda dengan rapi dan mengenali benda untuk mempermudah penggunaan. Dalam bahasa 5s *seiton* berarti mengatur benda-benda sehingga setiap orang dapat menemukannya dengan mudah.

3. *Seiso* (Resik)

Seiso berarti selalu membersihkan, menjaga kerapian dan kebersihan. Aktivitas ini biasanya aktivitas pemebrsihan dasar. Dengan adanya aktivitas ini maka dapat mengurangi kerusakan mesin akibat kotoran, tumpahan minyak.

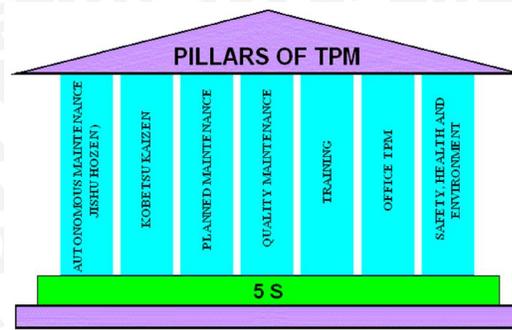
4. *Seiketsu* (Rawat)

Seiketsu merupakan suatu konsep untuk membuat pekerja atau operator mempertahankan seiri, seiton, seiso. Salah satu contoh aktivitas seiketsu adalah memelihara tempat kerja dari kotoran atau tumpahan minyak.

5. *Shitsuke* (Rajin)

Shitsuke adalah suatu aktivitas untuk membuat pekerja terbiasa menaati peraturan.

Agar 5-s dapat berjalan efektif maka pekerja harus terbiasa meletakkan barang yang di dekatnya untuk mempermudah pengambilan, menjaga kebersihan, kerapian dan menjaga kedisiplinan dari diri untuk tetap melaksanakan prinsip dan standar yang telah ditetapkan.



Gambar 2.2 Pilar Total Productive Maintenance
 Sumber: TPM Resources Center

2.4 Overall Equipment Effectiveness

Overall Equipment Effectiveness merupakan suatu pendekatan kuantitatif yang dapat diandalkan untuk menilai kondisi peralatan terkini dengan mengamati peralatan selama periode waktu tertentu dan menghitung efektivitas peralatan secara keseluruhan (Stephens, 2004). *Overall Equipment Effectiveness* merupakan cara dalam *total productive maintenance* untuk mengukur keefektifan peralatan/mesin yang digunakan dalam proses produksi. Dengan adanya *overall equipment effectiveness* maka dapat diketahui *losses* yang paling signifikan dalam suatu mesin, sehingga *losses* tersebut dapat dikurangi dan dapat meningkatkan tingkat keefektifan suatu mesin/peralatan yang digunakan (Nakajima, 1988). *Overall Equipment Effectiveness* dengan standar yang ditentukan oleh *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM) untuk indeks yang ideal menurut Nakajima (1988), seharusnya mempunyai angka OEE $\geq 85\%$. Penilaian yang ada pada OEE yaitu:

1. Availability Rate (AR)

Availability Rate merupakan rasio waktu operasi yang sebenarnya dengan waktu tersedia yang ada (Stephens, 2004). Besarnya nilai *availability rate* dapat dihitung (Stephens, 2004) dengan rumus berikut ini:

$$\frac{\text{Waktu operasi}}{\text{Waktu tersedia}} \quad (2-1)$$

Keterangan

Waktu operasi : waktu bersih mesin bekerja (tanpa kerusakan)
 : (waktu loading-waktu downtime)

Waktu loading : waktu bersih mesin bekerja yang direncanakan
: (waktu kerja + waktu lembur)

Waktu downtime : waktu berhenti mesin yang tidak terencana

2. *Performance Rate*

Performance Rate adalah indikator efisiensi peralatan yang digunakan (Stephens, 2004). Nilai *performance rate* dipengaruhi oleh jumlah produk yang diproses (jumlah *input*), waktu siklus ideal dan waktu operasi. Menurut Stephens (2004) besarnya *performance rate* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Performance rate (PR)} = \frac{\text{Jumlah input} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Waktu operasi}} \times 100\% \quad (2-2)$$

Keterangan:

Ideal cycle time : siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal tanpa hambatan

Jumlah *input* : banyaknya jumlah produk yang dihasilkan

Waktu operasi : waktu bersih mesin bekerja (tanpa kerusakan)
: (waktu *loading*-waktu *downtime*)

3. *Rate of Quality (RQ)*

Rate of Quality atau tingkat kualitas adalah ratio jumlah produk yang sesuai dengan standar yang ditetapkan atau dapat diterima dengan banyaknya jumlah produk yang dihasilkan (Stephens, 2004). Standar untuk tingkat kualitas yang ditetapkan oleh JIPM adalah minimal 99%. Besarnya *rate of quality* dapat dihitung (Stephens, 2004) sebagai berikut:

$$\text{Rate of Quality (RQ)} = \frac{\square \text{ unit diproses} - \square \text{ cacat}}{\square \text{ unit diproses}} \times 100\% \quad (2-3)$$

Keterangan:

Jumlah unit diproses : banyaknya jumlah unit yang diproses menjadi produk yang dihasilkan

Jumlah cacat : banyaknya jumlah produk cacat dalam sistem produksi

Overall Equipment Effectiveness adalah suatu indeks dalam *Total Productive Maintenance* untuk menilai efektifitas peralatan secara keseluruhan. Nilai dari *Overall Equipment Effectiveness* merupakan hasil perkalian antara *availability*, *performance rate*, dan *rate of quality* (Stephens, 2004).

2.5 Six Big Losses

Dalam proses produksi seringkali terjadi beberapa gangguan pada mesin/peralatan yang menyebabkan terhambatnya proses produksi. Gangguan ini menyebabkan kerugian yang sangat besar bagi perusahaan. Gangguan ini sering disebut *six big losses*. Salah satu tujuan TPM adalah untuk mengurangi *losses* pada peralatan yang digunakan (Nakajima, 1988). Menurut Stephens (2004) *six big losses* adalah enam kerugian yang dapat mengurangi tingkat efektifitas dari suatu mesin sehingga enam kerugian tersebut harus dikurangi/dihindari. Gangguan yang dapat menyebabkan kerugian tersebut digolongkan menjadi 6 yaitu sebagai berikut:

1. Breakdown Losses/Equipment Failures

Breakdown losses/equipment failures adalah kerugian yang disebabkan karena adanya bagian mesin yang mengalami kerusakan sehingga mesin/peralatan tidak dapat beroperasi (Nakajima, 1988). Menurut Stephens (2004) besarnya nilai persentase efektifitas mesin yang hilang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{waktu downtime}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-4)$$

Keterangan:

Waktu *loading* : waktu bersih mesin bekerja yang direncanakan
: (waktu kerja + waktu lembur)

Waktu *downtime* : waktu berhenti mesin yang tidak terencana

2. Setup and Adjustment Losses

Setup and Adjustment Losses merupakan kerugian yang disebabkan karena adanya pemasangan, penggantian, dan penyesuaian suatu peralatan/mesin (Nakajima, 1988). Biasanya kerugian ini disebabkan karena terjadi *downtime* dan cacat produksi, sehingga pada saat perbaikan maka mesin perlu dipasang ulang mulai dari spesifikasi dan kondisi awal (Stephens, 2004). Menurut Stephens (2004) besarnya persentase efektifitas mesin yang hilang dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$\text{Setup and adjustment losses} = \frac{\text{waktu setup}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-5)$$

Waktu *setup* : waktu persiapan sebelum mesin beroperasi normal

3. Idling and Minor Stoppage Losses

Idling and Minor Stoppage Losses merupakan kerugian yang disebabkan karena mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk atau pemberhentian mesin

sementara, sehingga menyebabkan mesin menganggur (Nakajima, 1988). Menurut Stephens (2004) besarnya nilai presentase *idling and minor stoppage losses* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Idling and Minor Stoppage losses} = \frac{\text{non productive}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-6)$$

Keterangan:

Non productive : waktu yang terbuang oleh faktor eksternal

4. *Reduced Speed Losses*

Reduced Speed Losses merupakan kerugian yang disebabkan karena mesin mengalami penurunan kecepatan atau mesin tidak beroperasi pada kecepatan optimal (Nakajima, 1988). Menurut Stephens (2004) besarnya nilai persentase *reduced speed losses* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Reduced speed losses} = \frac{\text{waktu operasi} - (\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah input})}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-7)$$

5. *Process Defect*

Process Defect merupakan kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena produk yang memerlukan proses ulang. Produk cacat yang dihasilkan mengakibatkan kerugian material, dan kerugian karena perlu adanya proses produksi ulang serta yang menambah biaya tenaga kerja serta waktu yang dibutuhkan (Nakajima, 1988). Menurut Stephens (2004) besarnya nilai persentase *process defect* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Process defect} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah cacat produksi}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-8)$$

6. *Reduced Yield Losses*

Reduced Yield Losses merupakan kerugian adanya bahan baku yang terbuang atau karena adanya produk cacat selama penyesuaian mesin sampai berjalan stabil (Nakajima, 1988). Menurut Stephens (2004) besarnya nilai persentase *reduced yield losses* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Reduced yield losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah cacat saat setting}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (2-9)$$

2.6 *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*

FMEA adalah suatu teknik penting yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan kegagalan atau potensi kegagalan yang diketahui untuk meningkatkan keandalan dan keamanan system yang kompleks dan agar dapat memberikan informasi dalam pengambilan keputusan (Kuei-Hu Chang, 2009). Menurut Stephens (2004) tujuan dari FMEA untuk mengidentifikasi kegagalan dari semuacara baik peralatan, proses,

maupun produk untuk menentukan bagaimana kegagalan tersebut dapat mempengaruhi peralatan atau keseluruhan sistem dan untuk memberikan solusi maupun tindakan perbaikan.

2.6.1 Penilaian *Severity*, *Occurance* dan *Detection*

Sebelum menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan, maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu mengenai *severity*, *occurance*, *detection* dan hasil akhir didapatkan yang berupa nilai *risk priority number*.

1. *Severity*

Menurut Stephens (2004) *severity* adalah penilaian dari keseriusan efek dari potensi kegagalan pada sistem, pelanggan maupun lingkungan. Dampak tersebut dimulai dari skala 1 sampai dengan skala 10. Contoh kriteria evaluasi dan sistem peringkat untuk *severity* menurut Agung (2008) dapat dijelaskan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Contoh Kriteria Evaluasi Dan Sistem Peringkat Untuk *Severity*

Rating <i>Severity</i> pada FMEA			
Ranking	Akibat/ <i>Effect</i>	Kriteria Verbal	Akibat pada Produksi
1	Tidak ada akibat	Tidak mengakibatkan apa-apa, tidak memerlukan penyesuaian	Proses berada dalam kendali tidak terjadi <i>breakdown</i> mesin
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, hanya terjadi sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti. Akibat hanya dapat diketahui oleh operator yang berpengalaman	Proses berada dalam pengendalian, terjadi <i>breakdown</i> mesin 0-30 menit
3	Akibat ringan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, hanya ada sedikit gangguan. Akibat diketahui oleh rata-rata operator	Terjadi <i>breakdown</i> selama 30-60 menit
4	Akibat minor	Mesin tetap beroperasi dengan aman, namun terdapat gangguan kecil. Akibat diketahui oleh semua operator	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 60-90 menit
5	Akibat moderat	Mesin tetap beroperasi normal, namun telah menimbulkan beberapa kegagalan produk. Operator merasa tidak puas karena tingkat kinerja berkurang	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 90-120 menit
6	Akibat signifikan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, tetap menimbulkan kegagalan produk. Operator merasa sangat tidak puas dengan kinerja mesin	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 120-150 menit
7	Akibat major	Mesin tetap beroperasi dengan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 150-180 menit
8	Akibat ekstrem	Mesin tidak dapat beroperasi dan telah kehilangan fungsi utamanya	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 180-210 menit
9	Akibat serius	Mesin gagal beroperasi, serta tidak sesuai dengan peraturan keselamatan kerja	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 210-240 menit
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak dioperasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan secara tiba-tiba, dan hal ini bertentangan dengan peraturan keselamatan kerja	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama ≥ 240 menit

Sumber: Agung (2008)

2. *Occurance*

Menurut Rakesh (2013), Bobin (2013), dan George (2013) *occurance* adalah kemungkinan bahwa salah satu penyebab/mechanisme tertentu akan terjadi. Pada penilaian *occurance* untuk mengetahui berapa kali kegagalan tersebut terjadi Dampak *occurance* dimulai pada skala 1 sampai skala 10. Dimana skala 10 merupakan indikasi bahwa kegagalan selalu terjadi. Contoh kriteria evaluasi dan sistem peringkat pada *occurance* menurut agung (2008) dijelaskan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Contoh Kriteria Evaluasi Dan Sistem Peringkat Untuk *Occurance*

Ranking	Kejadian	Kriteria Verbal	Tingkat Kejadian Kegagalan
1	Hampir tidak pernah terjadi	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	Lebih dari 10000 jam operasi mesin
2	Remote	Kerusakan jarang terjadi	6001-10000 jam operasi mesin
3	Sangat sedikit	Kerusakan yang terjadi sangat sedikit	3001-6000 jam operasi mesin
4	Sedikit	Kerusakan yang terjadi sedikit	2001-3000 jam operasi
5	Rendah	Kerusakan yang terjadi pada tingkat rendah	1001-2000 jam operasi mesin
6	Medium	Kerusakan yang terjadi pada tingkat medium	401-1000 jam oeprasi mesin
7	Agak tinggi	Kerusakan yang terjadi agak tinggi	101-400 jam operasi mesin
8	Tinggi	Kerusakan yang terjadi tinggi	11-100 jam operasi mesin
9	Sangat tinggi	Kerusakan yang terjadi sangat tinggi	2-10 jam operasi mesin
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	Kurang dari 2 jam operasi mesin

Sumber: Agung (2008)

3. *Detection*

Menurut Stephens (2004) *detection* adalah penilaian probabilitas terhadap kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum mempengaruhi system atau sebelum kegagalan sampai kepada konsumen. Contoh kriteria evaluasi sistem peringkat untuk *detection* menurut agung (2008) dijelaskan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Contoh Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Detection*

Ranking	Akibat	Kriteria verbal
1	Hampir pasti	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari failure mode
		Dapat diketahui jauh hari sebelum aktivitas dilakukan
2	Sangat tinggi	Operator hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan
		Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari failure mode
		Dapat diketahui jauh hari sebelum aktivitas dilakukan
3	Tinggi	Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan sangat tinggi
		Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari failure mode
		Dapat diketahui jauh hari sebelum aktivitas dilakukan
4	Moderately high	Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan tinggi
		Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari failure
		Dapat diketahui saat aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan moderately high

Tabel 2.4 Lanjutan Contoh Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Detection*

Ranking	Akibat	Kriteria verbal
5	Moderate	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari failure
		Dapat diketahui saat aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi terjadinya kegagalan moderate
6	Rendah	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari failure
		Dapat diketahui saat aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi terjadinya kegagalan rendah
7	Sangat rendah	Terjadinya kegagalan diketahui dari failure effect
		Dapat diketahui setelah aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan sangat rendah
8	Remote	Terjadinya kegagalan diketahui dari failure effect
		Dapat diketahui setelah aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan "remote"
9	Very Remote	Terjadinya kegagalan diketahui dari failure effect
		Dapat diketahui setelah aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan "very remote"
10	Tidak pasti	Terjadinya kegagalan diketahui dari failure effect
		Dapat diketahui setelah aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan tidak pasti

Sumber: Agung (2008)

4. Risk Priority Number

Menurut Rakesh (2013) *risk priority number* adalah indikator tindakan yang tepat untuk menentukan mode kegagalan. *Risk Priority Number* merupakan hasil perkalian dari *severity*, *occurance*, dan *detection*. RPN digunakan untuk menentukan komponen yang diprioritaskan serta untuk mengidentifikasi resiko, sebagai petunjuk ke arah tindakan. Semakin tinggi nilai RPN, maka semakin tinggi juga perhatian yang harus diberikan (Stephens, 2004). Menurut Stephens (2004) Persamaan RPN sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \quad (2-10)$$

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah tahap yang harus ditetapkan dahulu sebelum melakukan penyelesaian masalah yang sedang dibahas. Dengan adanya metodologi penelitian, maka penyusunan penelitian ini akan memiliki alur yang searah dan sistematis. Selain itu metodologi akan menjadi kerangka dasar berpikir logis bagi pengembangan penelitian ke arah penarikan kesimpulan secara ilmiah. Pada bab ini berisi tentang penjelasan jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, sumber data penelitian, metode penelitian, serta langkah-langkah penelitian.

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang berusaha menggambarkan kegiatan penelitian yang dilakukan pada objek tertentu secara jelas dan sistematis. Penelitian deskriptif melakukan eksplorasi, menggambarkan dengan tujuan untuk dapat menerangkan dan memprediksi terhadap suatu masalah atas dasar data yang diperoleh di lapangan (Sukardi, 2013).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Eastertex Pandaan, Jawa Timur sedangkan waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan April 2014 sampai Juli 2014.

3.3 Sumber Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data historis Maret 2013-Maret 2014.

3.4 Tahap Penelitian

3.4.1 Tahap Pendahuluan

Adapun tahap pendahuluan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Studi Lapangan
Studi lapangan dimaksudkan untuk mengetahui permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan.
2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memberikan landasan teori dalam melakukan penelitian. Pada tahap ini dilakukan usaha untuk menggali konsep-konsep maupun teori-teori yang dapat mendukung usaha penelitian.

3. Mengidentifikasi permasalahan

Identifikasi masalah adalah tahap awal pemahaman terhadap suatu permasalahan yang timbul untuk mencari solusi permasalahan tersebut. Pada tahap ini, akan dikaji permasalahan yang ada pada Departemen Spinning B2 pada PT Easterntex.

4. Merumuskan masalah penelitian

Dari identifikasi masalah awal dan studi pustaka, selanjutnya dirumuskan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini.

5. Menentukan tujuan penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Hal ini ditujukan agar mempermudah peneliti untuk menentukan batasan-batasan yang perlu dalam pengolahan dan analisis data selanjutnya.

3.4.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap ini merupakan penjelasan dan pengolahan data. Adapun tahap pengumpulan dan pengolahan data dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengumpulan data

Data atau informasi yang dikumpulkan harus relevan dengan persoalan yang dibahas nantinya akan menjadi *input* pada tahap pengolahan data. Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah riset lapangan. Pada kegiatan ini, pengumpulan data dilakukan secara langsung untuk mendapatkan data yang diperlukan dari objek yang diteliti. Cara yang dipakai dalam studi lapangan antara lain:

a. Wawancara, yaitu suatu metode pengumpulan data dengan mengadakan tanya jawab secara langsung dengan pihak-pihak yang berhubungan dengan obyek yang akan diteliti. Data yang didapat dari cara ini adalah data mengenai proses produksi perusahaan serta penyebab kerusakan mesin, frekuensi terjadinya kerusakan.

b. Dokumentasi, merupakan suatu cara pengumpulan data dengan menggunakan dokumen atau arsip-arsip yang ada pada perusahaan. Data ini digunakan sebagai bahan penunjang. Data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Data proses produksi PT. Easterntex

2. Data jam kerja selama Maret 2013-Maret 2014
3. Profil perusahaan PT Easterntex
4. Data jumlah produk cacat Maret 2013-Maret 2014
5. Data *Ideal cycle timemesincarding cotton*
6. Data total *downtime* mesin *carding cotton* selama Maret 2013-Maret 2014
7. Data jumlah unit yang diproduksi selama Maret 2013-Maret 2014
8. Struktur organisasi PT. Easterntex

2. Pengolahan Data

Langkah-langkah dari pengolahan data adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung *Availability*, kemudian menghitung *performance efficiency*, *rate of quality product*.
- b. Menghitung nilai *overall equipment effectiveness*.
- c. Menghitung *six big losses* yaitu *equipment failure losses, setup and adjustment losses, reduced speed losses, idle and minor stoppages losses, defect losses, reduced yield losses*.
- d. Identifikasi *failure, failure mode, dan failure effect*
- e. Penilaian *severity, occurrence, dan detection*.
- f. Menghitung *Risk Priority Number (RPN)*

3.4.3 Tahap Analisis dan Pembahasan

Tahap analisis dan pembahasan dilakukan untuk mengetahui sumber penyebab masalah.

1. Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis *overall equipment effectiveness (OEE)* dan *six big losses* terhadap mesin *carding cotton*.

2. Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pembahasan tentang penyebab besarnya *losses* pada mesin *carding cotton* dan memberikan rekomendasi perbaikan strategi perawatan sesuai dengan konsep TPM untuk masalah yang dihadapi.

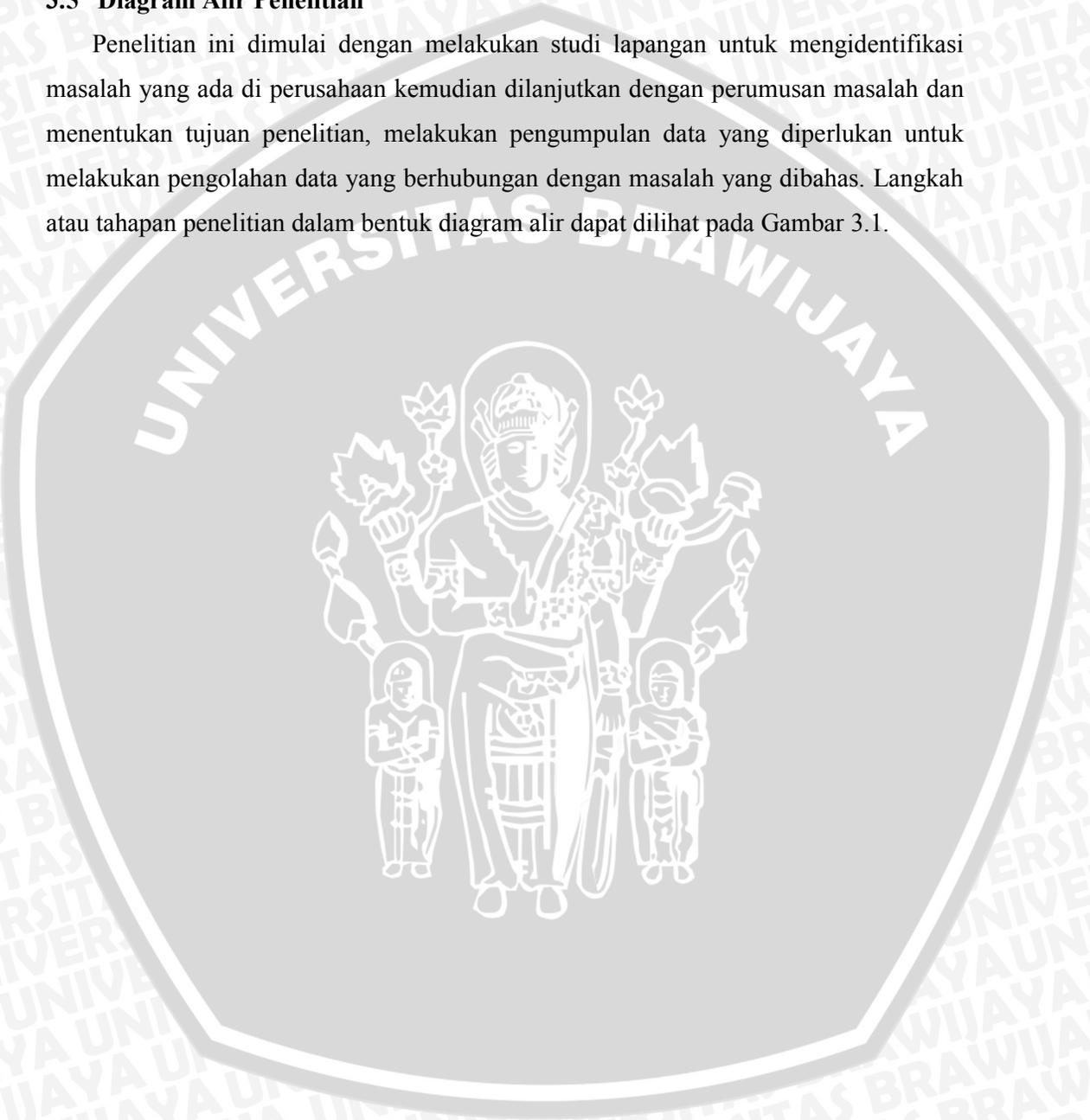
3.4.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan menjabarkan tentang nilai *availability*, nilai *performance efficiency*, nilai *rate of quality*, serta nilai *losses* pada mesin tersebut serta kegagalan apa saja yang terjadi pada mesin *carding cotton*. Saran memberikan pengembangan lebih lanjut atas

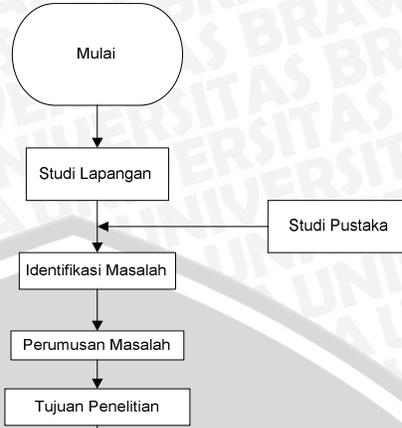
metode yang telah dibuat dari penelitian yang telah dilakukan serta berisi tentang saran yang diberikan penulis untuk manajemen perawatan dan operator mesin pada PT Easterntex di Spinning B2.

3.5 Diagram Alir Penelitian

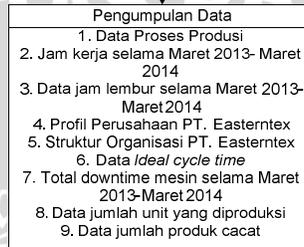
Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi lapangan untuk mengidentifikasi masalah yang ada di perusahaan kemudian dilanjutkan dengan perumusan masalah dan menentukan tujuan penelitian, melakukan pengumpulan data yang diperlukan untuk melakukan pengolahan data yang berhubungan dengan masalah yang dibahas. Langkah atau tahapan penelitian dalam bentuk diagram alir dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Tahap Pendahuluan



Tahap Pengumpulan Data



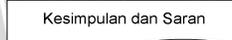
Tahap Pengolahan Data



Tahap Analisis dan Pembahasan



Tahap Kesimpulan dan saran



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis data dan pembahasan dari analisis tersebut sehingga dapat memberikan usulan perbaikan mengenai masalah yang dihadapi.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

4.1.1 Profil Perusahaan

PT. Easterntex didirikan pada tanggal 12 Januari Tahun 1973 tetapi PT. Easterntex memulai beroperasi pada April 1974 dengan menghasilkan 21840 lbs benang. PT. Easterntex bergerak di bidang pemintalan benang, produksi kain, mulai dari bahan baku yang berupa kapas sampai menjadi benang yang digunakan untuk membuat kain. Hasil dari proses produksi PT.Easterntex berupa kain, tetapi *waste* dari proses produksi dapat dipasarkan dalam bentuk kapas *cotton*. PT.Easterntex memiliki visi dan misi untuk mencapai target yang ditetapkan. Berikut ini merupakan visi dan misi dari PT.Easterntex yaitu:

1. Visi

Mengutamakan keselamatan kerja antar bagian dan menghasilkan benang dengan kualitas yang maksimal.

2. Misi

Misi dari PT. Easterntex adalah 3Z (*Zero accident, zero fire, dan zero claim*). PT. Easterntex sangat mengutamakan keselamatan dalam aktivitas produksinya. Hal tersebut dijelaskan melalui slogan sebagai berikut:

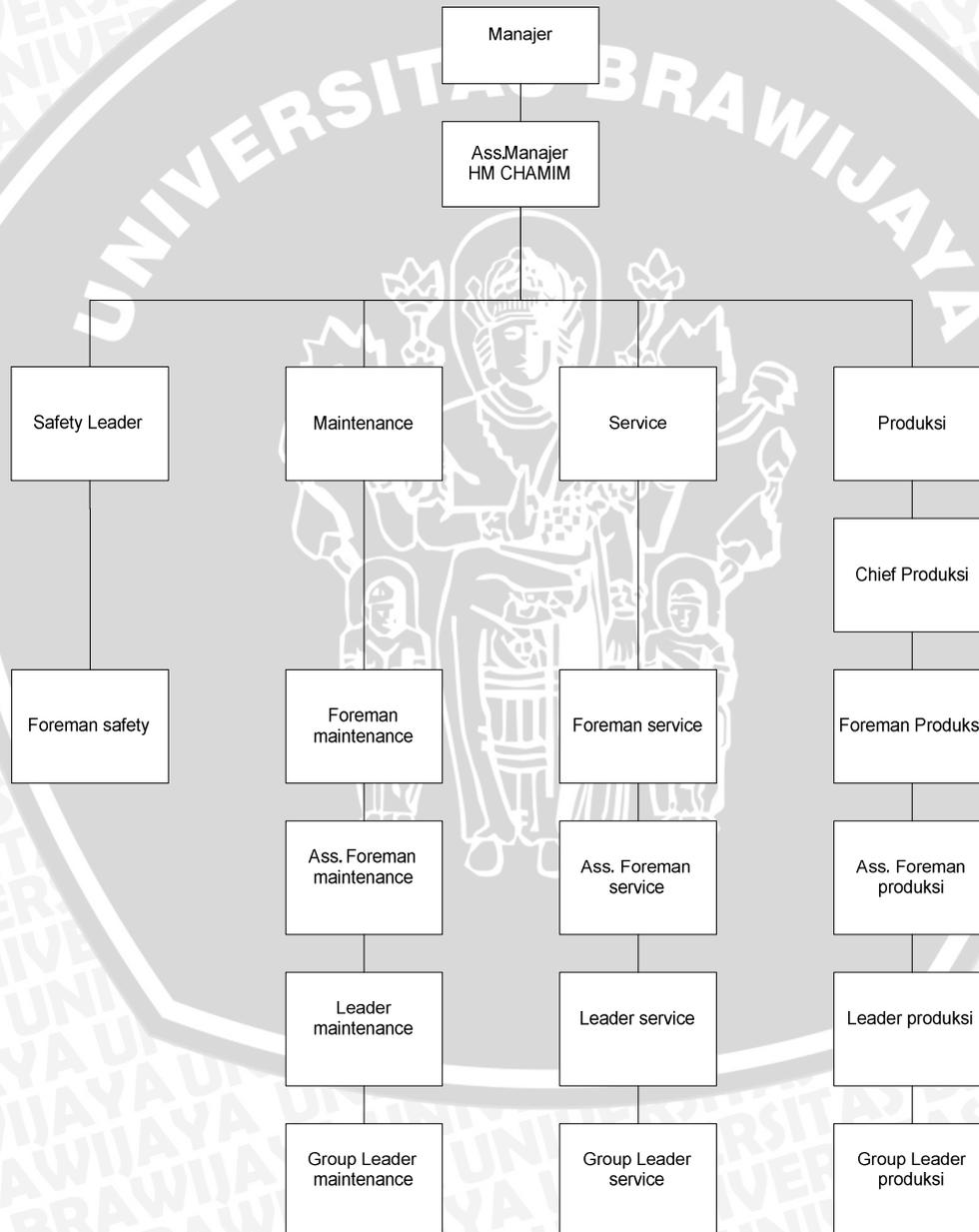
- a. Pabrik *Safety*
- b. Jalan Raya *Safety*
- c. Rumah *Safety* Ok!
- d. Mari Kita Usahakan Kecelakaan nol murni
- e. Jangan masukkan tangan pada mesin berputar

PT.Easterntex juga memiliki slogan "*Shiska Khoso*" yang berarti suatu gerakan berhenti sejenak di tikungan, *zebra cross* dan saat start mesin. Hal ini dilakukan untuk memastikan kondisi aman sambil mengacungkan tangan dan mengucapkan OK. PT.Easterntex melakukan pembentukan SKK (*Safety* Kelompok Kecil) untuk mendukung pelaksanaan misi yang telah ditetapkan.SKK (*Safety* Kelompok Kecil) yaitu

suatu kelompok kecil yang terdiri dari 6 orang atau lebih untuk pelaksanaan program dari *safety comittee* di setiap bagian. Karyawan diwajibkan bekerja sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP) dan melakukan audit secara berkesinambungan.

4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan

PT. Easterntex memiliki struktur organisasi yang dibagi berdasarkan departemen. Struktur organisasi dari PT. Easterntex pada departemen Spinning B2 dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Spinning B2

Sumber: PT.Easterntex 2014

Penjelasan dari struktur organisasi di Spinning B2 yaitu:

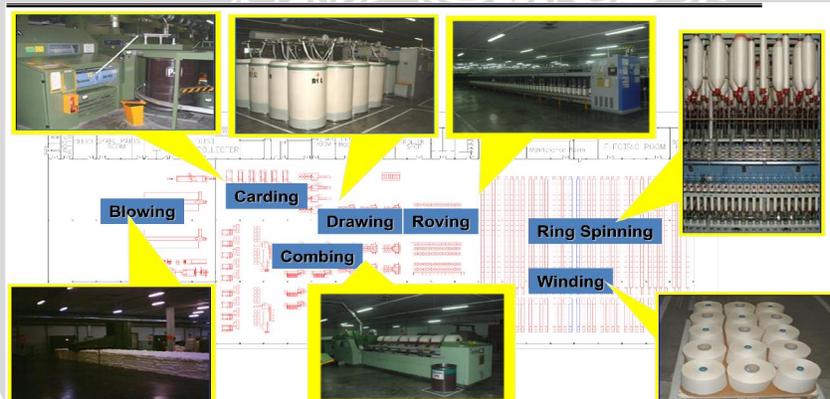
1. Manajer
Manajer bertugas untuk mengawasi seluruh jalannya aktivitas di PT.Easterntex, mulai dari aktivitas produksi sampai dengan aktivitas di kantor.
2. Ass. Manajer
Seorang asisten manajer bertugas untuk membantu seorang manajer dalam melaksanakan tugasnya. Seorang asisten manajer bertanggungjawab dalam 4 bidang aktivitas perusahaan yaitu *safety, maintenance, service* dan produksi.
3. *Chief*
Chief produksi bertanggung jawab untuk seluruh jalannya proses produksi dan bertugas untuk membuat laporan tentang perkembangan produksi pada Spinning B2 setiap 2 bulan sekali.
4. *Foreman* produksi
Seorang *foreman* produksi bertugas untuk membantu *chief* produksi. *Foreman* produksi bertugas mengawasi jalannya proses produksi di Spinning B2.
5. *Foreman safety*
Foreman safety bertanggungjawab untuk menjaga dan memastikan agar semua operator dan setiap orang yang berada di Spinning B2 menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dengan tepat.
6. *Foreman maintenance*
Foreman maintenance bertugas untuk memantau setiap mesin di Spinning B2. Apabila terjadi kerusakan maka seorang *foreman maintenance* akan melakukan tindakan perbaikan dengan dibantu oleh asisten *foreman*.
7. *Foreman service*
8. Asisten *Foreman*
Seorang asisten *foreman* bertugas untuk membantu seorang *foreman* dalam menjalankan tugasnya, dimana seorang asisten *foreman* dibantu oleh seorang leader dalam setiap bidang yaitu bidang *maintenance, service* dan produksi.
9. Leader
Seorang leader bertanggung jawab pada seorang asisten *foreman* dalam melaksanakan tugasnya. Seorang *leader* membawahi seorang *group leader* yang bertugas dalam masing-masing bidangnya.
10. *Group leader*

Seorang *group leader* dipilih untuk memimpin suatu kelompok kecil dalam suatu aktivitas yang telah ditentukan. Setiap group/kelompok dibentuk untuk mencapai suatu target tertentu baik dalam bidang *safety*, *maintenance*, *service* dan produksi.

PT. Easterntex memiliki 4 departemen yaitu:

1. Departemen Spinning

Departemen Spinning merupakan departemen yang berfungsi dalam proses produksi. Departemen Spinning terdiri dari 3 stasiun produksi yaitu Spinning A, Spinning B1, Spinning B2. Ketiga departemen Spinning tersebut melaksanakan proses produksi yang menghasilkan benang. Proses produksi pada ketiga departemen spinning sama, yang membedakannya adalah tipe dan asal mesin yang digunakan pada proses produksi. Pada Spinning A mesin yang digunakan berasal dari China dengan tipe mesin Howa, mesin yang digunakan pada Spinning B1 berasal dari Jerman (dengan merk mesin Thruzler) dan Jepang (dengan merk Toyota), sedangkan mesin yang digunakan pada Spinning B2 berasal dari China dengan tipe mesin Jing Wei. Tata letak Spinning dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Mesin Spinning B2

Sumber: PT. Easterntex 2014

2. Departemen Weaving

Departemen *Weaving* merupakan departemen yang berfungsi untuk memproduksi kain. Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi kain berasal dari Departemen Spinning, di mana bahan bakunya adalah benang 45STC.

3. Departemen Utility

Departemen *Utility* berfungsi untuk pelayanan suplai/sumber energi yang berupa listrik, air, angin untuk kompressor yang mendukung proses produksi dan aktivitas

di semua departemen yang ada mulai dari departemen *office* sampai pada departemen spinning.

4. Departemen *Office*

Departemen *Office* bertugas untuk mengurus bagian administrasi perusahaan. Departemen *Office* juga bertugas dalam semua urusan bisnis yang ada di perusahaan mulai dari ekspor-import, *warehouse*, *security*, merekrut karyawan, membuat jadwal shift kerja para karyawan, mengurus hubungan eksternal dengan pihak luar yang berkaitan dengan perusahaan. Departemen *Office* juga bertanggungjawab atas laporan kas perusahaan, gaji karyawan.

4.1.3 Lokasi Perusahaan

PT. Easterntex beralamat di Jalan Surabaya Km.50 Pandaan – Jawa Timur. PT. Easterntex berdiri dengan luas area sekitar 277.722 m².

4.1.4 Proses Produksi

Produk yang dihasilkan PT. Easterntex adalah benang dengan tipe 45S TC dan CVC. Proses produksi benang merupakan tipe flow proses. *Flow* proses dari pembuatan benang dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 *Flow* Proses Pembuatan benang
 Sumber: PT. Easterntex 2014

4.1.5 Bahan Baku

Pada proses pembuatan benang diperlukan campuran bahan baku dari 35% *cotton* dan 65% *polyester*. Untuk jenis bahan baku yang dipakai di Spinning B2 PT. Easterntex harus sesuai dengan standar yang ditetapkan agar mendapatkan kualitas yang diinginkan. PT.Easterntex menggunakan bahan baku *cotton* dari beberapa negara yang berbeda dan *polyester* dari Toray Group Jakarta. Data asal bahan baku yang digunakan oleh PT.Easterntex dijelaskan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Asal Bahan Baku PT.Easterntex

No	Bahan Baku	Negara Asal	Kodefikasi	Berat
1	<i>Cotton</i>	Brazil	Karung Blaco	200-240
		Memphis (USA)	Karung Plastik	200-240
		Australia	Kain Blaco	200-240
		Yunani	Karung Biru	200-240
2	<i>Polyester</i>	Toray Group Jakarta	Karung	300

Sumber: PT. Easterntex 2014

Bahan baku yang digunakan PT. Easterntex adalah sebagai berikut:

1. Kapas (Serat Alam) yang berasal dari Ivory, Australia, Brazil, Senegal, Mali, Togo, Burkinafaso, Fiber Max.
2. *Polyester* (Serat buatan), untuk produk Easterntex Ne 45,5'S maka penampang material yang dipakai 1,3 denier, panjang 38 mm, disesuaikan dengan kebutuhan Ne tersebut. Sebelum masuk mesin *blowwing* material *cotton* dipisahkan sesuai dengan *grade* kapas (tingkat atau mutu serat kapas) karena hal ini dimaksudkan untuk menentukan kemampuan serat untuk dipintal dapat ditentukan dengan menentukan Ne tertentu dan dengan proses lancar, kualitas yang bagus (*Spinning ability*). Serat memiliki syarat sebagai berikut:
 - a. Serat harus cukup panjang, karena serat yang panjang memiliki permukaan gesekan (*Friction*) lebih luas sehingga tidak mudah slip dan benangnya lebih kuat.
 - b. Serat harus cukup halus karena kehalusan serat mempengaruhi kekuatan benangnya. Jumlah serat yang halus pada suatu penampang lebih banyak daripada serat kasar, serat halus mempunyai permukaan gesekan lebih besar sehingga kemungkinan terjadinya slip berkurang, benang semakin kuat dan mempunyai antihan per satuan panjang lebih banyak.
 - c. Serat harus elastis sehingga pada waktu mengalami tegangan tidak mudah putus.
 - d. Kedewasaan serat/*Honey Dew*, karena serat yang masih muda akan sering mengakibatkan *lapping* pada waktu proses dan bisa membentuk nep

- e. Serat harus cukup kuat, dan kondisi ruang RH% tidak boleh kering (serat mudah putus akibatnya menjadi serat pendek)/lembab (akan menyebabkan *lapping*).

Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan maka bahan baku harus memenuhi syarat kehalusan dan kekuatan serat. Syarat kehalusan dan kekuatan serat dari bahan baku yang digunakan dijelaskan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Syarat Kehalusan dan Kekuatan Serat Bahan Baku

No	Spesifikasi	Nilai	Keterangan
1	Kehalusan	<3	Sangat halus
		3-3.9	Halus
		4-4.9	Cukup
		5-5.9	Kasar
		>6	Sangat kasar
2	Kekuatan	71	Lemah
		72-80	Sedang
		81-88	Cukup
		89-97	Kuat
		>97	Sangat Kuat
3	Honey Dew rata-rata	B	Rata-rata
		D	Minimum
		E&F	Masuk 1 bale
4	Short Fiber (SL1)	$\pm 0.5''$	
5	Long Fiber (SL2)	$1.1''-1.2''$	

Sumber: PT. Easterntex 2014

4.1.6 Produk

Produk yang dihasilkan pada proses produksi adalah benang dan kain. Benang merupakan kombinasi dari campuran bahan baku *cotton* dan bahan baku *polyester*. Benang yang dihasilkan di PT. Easterntex adalah tipe 45S TC dan CVC. Pada proses pembuatan benang terdapat produk cacat. Produk ini dikumpulkan di suatu tempat kemudian diproses dan ada yang dijual. Produk cacat pada proses produksi di Spinning B2 terbagi menjadi beberapa bagian yaitu:

1. *Carding cotton nep*

Carding cotton nep yaitu gumpalan serat kapas(*cotton*) yang tidak bisa diurai yang berasal dari mesin *carding*.

2. *Combing Nep*

Combing nep yaitu gumpalan serat kapas(*cotton*) yang tidak bisa diurai yang berasal dari mesin *combing*.

3. *Noil*

Noil yaitu serat pendek yang terbuang.

4. *Carding Pet Nep*

Carding pet nep yaitu gumpalan serat *polyester* yang tidak bisa diurai yang berasal dari mesin *carding*.

4.1.7 Mesin

Mesin yang digunakan dalam proses produksi pembuatan benang bermacam-macam. Jenis-jenis mesin yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Mesin *Blowing*

Fungsi utama dari mesin *blowing* adalah sebagai berikut:

- a. Pemecahan material menjadi bagian-bagian terkecil
- b. Pencampuran/mixing beberapa material sesuai dengan komposisi yang ditentukan
- c. Pembersihan *trash* (biji kapas)
- d. Penyusunan ke mesin *carding*

Mesin *blowing* juga memiliki fungsi pada masing-masing bagian. Fungsi pada masing-masing bagian mesin *blowing* yaitu:

1. GBR berfungsi untuk *mixing*, pembersihan dan pemecahan material
2. LVS berfungsi untuk membersihkan debu/dust material
3. BE berfungsi untuk pemecahan dan pembersihan material
4. SRS berfungsi untuk pemecahan dan pembersihan material
5. RN berfungsi untuk pemecahan dan pembersihan material
6. MPM berfungsi untuk pemecahan dan *mixing* material
7. DO-2 berfungsi untuk pemecahan dan pembersihan material
8. ERM berfungsi untuk pemecahan dan pengaturan material ke mesin *carding*

2. Mesin *Carding*

Fungsi utama dari mesin *carding* adalah sebagai berikut:

- a. Pembersihan dan pemecahan material
- b. Pembentukan *web* dan *sliver*
- c. Pengaturan *sliver* dalam *can*

Mesin *carding* juga memiliki fungsi pada masing-masing bagian. Mesin *carding* dapat dilihat pada Gambar 4.4. Fungsi masing-masing bagian mesin *carding* yaitu sebagai berikut:

1. *Chute Feed* berfungsi untuk memecah dan mengatur *feeding*
2. *Back Feed Roll* berfungsi untuk penyusunan dan mengatur auto level

3. *Licker IN* berfungsi untuk memecah dan membersihkan material
4. *Cylinder* berfungsi untuk memecah dan meluruskan serat material
5. *Top Flat* berfungsi untuk meluruskan dan memisahkan serat material
6. *Doffer* berfungsi untuk mengambil dan meluruskan *web*
7. *Stepped Roll* berfungsi untuk merubah *web* menjadi *sliver* dan auto level
8. *Coiler* berfungsi untuk mengatur gulungan *sliver*



Gambar 4.4 Mesin *Carding*
Sumber: PT. Easterntex 2014

3. Mesin *Pre Drawing*

Fungsi utama dari mesin *pre drawing* adalah sebagai berikut:

- a. Perangkapan *Sliver*
- b. Penarikan *sliver (drafting)*
- c. Pengaturan *sliver* dalam *can*

Mesin *Pre Drawing* juga memiliki fungsi pada masing-masing bagian mesin. Mesin *Pre Drawing* dapat dilihat pada Gambar 4.5. Fungsi bagian mesin *pre drawing* adalah sebagai berikut:

1. *Creel* berfungsi untuk penyaluran *feeding*
2. *Scanning Roll* berfungsi untuk penggabungan material
3. *Top and Bott. Roll* berfungsi untuk penarikan(drafting) material
4. *Callender Roll* berfungsi untuk penyuaapan material ke dalam *coiler*
5. *Coiler* berfungsi untuk pengaturan *sliver* ke dalam *can*



Gambar 4.5 Mesin *Pre Drawing*
Sumber: PT. Easterntex 2014

4. Mesin *Sliver/Ribbon Lap*

Fungsi utama mesin *sliver* atau *ribbon lap* adalah sebagai berikut:

- a. Perangkapan *sliver*
- b. Penarikan *sliver/drafting*
- c. Pengaturan *sliver* dalam *can*

Mesin *sliver* juga memiliki fungsi pada masing-masing bagiannya. Mesin *sliver* dapat dilihat pada Gambar 4.6. Fungsi masing-masing bagian pada mesin *sliver* adalah sebagai berikut:

1. *Creel* berfungsi sebagai pengaturan *feeding material*
2. *Top and Botl. Roll* berfungsi sebagai penarikan (*drafting*) material
3. MBK berfungsi sebagai pembersihan *top* dan *bottom roller*
4. *Cylinder* berfungsi sebagai penggabungan *sliver* dan pembentukan *lap*



Gambar 4.6 Mesin *Sliver*
Sumber: PT. Easterntex 2014

5. Mesin *Combing*

Fungsi dari mesin *combing* adalah sebagai berikut yaitu:

- a. Memisahkan serat pendek dan serat panjang
- b. Penarikan *sliver(drafting)*

- c. Pembersihan dan perangkapan material
- d. Pembentukan *sliver*
- e. Pengaturan *sliver* dalam *can*

Mesin *combing* juga memiliki fungsi pada bagian mesin. Mesin *combing* dapat dilihat pada Gambar 4.7. Fungsi utama bagian mesin *combing* yaitu:

1. *Top Comb* berfungsi untuk mengatur atau meluruskan serat kapas
2. *Unicomb* berfungsi untuk memisahkan serat kapas
3. *Brush* berfungsi untuk membersihkan sisa material di *unicomb*
4. *Top and Bott. Roll* berfungsi untuk penarikan (*drafting*) material



Gambar 4.7 Mesin *Combing*
Sumber: PT. Easterntex 2014

6. Mesin *Drawing*

Fungsi utama mesin *drawing* adalah sebagai berikut:

- a. Pencampuran *sliver* (*polyester* dan *cotton*)
- b. Perangkapan (*drafting*) *sliver*
- c. Pengaturan *sliver* dalam *can*

Mesin *drawing* juga memiliki fungsi pada masing-masing bagian mesin. Mesin *drawing* dapat dilihat pada Gambar 4.8. Fungsi masing-masing bagian pada mesin *drawing* yaitu:

1. *Creel* berfungsi sebagai pengaturan *feeding* material
2. *Top and Botl. Roll* berfungsi sebagai penarikan (*drafting*) material
3. MBK berfungsi sebagai pembersihan *top* dan *bottom roller*
4. *Callender Roll* berfungsi untuk penyusunan *sliver* ke dalam *coiler*
5. *Coiler* berfungsi sebagai pengatur *sliver* dalam *can*



Gambar 4.8 Mesin *Drawing*
Sumber: PT. Easterntex 2014

7. Mesin *Roving*

Fungsi utama mesin *roving* adalah sebagai berikut:

- a. Penarikan (*drafting*) *sliver*
- b. Pemberian puntir (*twist*)
- c. Mengubah *sliver* menjadi *roving*
- d. Membentuk gulungan *roving*

Mesin *roving* juga memiliki fungsi pada masing-masing bagian mesin. Mesin *roving* dapat dilihat pada Gambar 4.9. Fungsi pada masing-masing bagian mesin *roving* adalah sebagai berikut:

1. *Cone Drum* berfungsi untuk mengatur *speed* gulungan *roving*
2. *Rack Gear* berfungsi untuk mengatur posisi gulungan
3. *Trumpet* berfungsi untuk penyuaian *sliver* ke dalam *draft part*
4. *Collector* berfungsi untuk meluruskan posisi *sliver* dalam pengedraftan
5. *Top and Bott. Roller* berfungsi untuk penarikan (*drafting*)
6. *Top and Bott. Apron* berfungsi untuk meregangkan *sliver*
7. MBK berfungsi untuk membersihkan *Top & Bott. Roller*



Gambar 4.9 Mesin *Roving*
Sumber: PT. Easterntex 2014

8. Mesin *Winding*

Fungsi utama dari mesin *winding* adalah sebagai berikut:

- a. Penggulungan benang dari *cop* menjadi *cone*
- b. Seleksi benang yang kurang baik
- c. Mendata kualitas benang

Mesin *winding* juga memiliki fungsi pada masing-masing bagian pada mesin. Mesin *winding* dapat dilihat pada Gambar 4.10. Fungsi masing-masing bagian pada mesin *winding* adalah sebagai berikut:

1. *Cradle* berfungsi sebagai penjepit dan penggulung benang
2. *Cone* berfungsi sebagai tempat gulungan benang
3. *Drum* berfungsi untuk memutar *cone* dan membentuk *surface* benang pada *cone*
4. Lampu hijau berfungsi sebagai indikator bahwa *cone full counter (Doffing Indicator)*
5. Tombol Kuning berfungsi sebagai tanda bahwa unit *spindle stop proses*
6. *Suction Mouth* berfungsi untuk menghisap benang saat penyambungan dari *cone*
7. *Retie Pipe* berfungsi untuk menghisap benang saat penyambungan dari *cop hobbin*
8. *Splycer* berfungsi untuk menyambung benang pada saat penyambungan
9. *Yarn Clearer* berfungsi untuk memotong benang yang tidak normal
10. *Conveyor* berfungsi untuk mengambil *bobbin* sisa proses



Gambar 4.10 Mesin *Winding*
Sumber: PT. Easterntex 2014

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan Data Primer dilakukan dengan cara melakukan wawancara maupun diskusi mengenai mesin *carding cotton* dengan bagian *maintenance* dan produksi yang terdapat di Spinning B2.

4.2.2 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui pengambilan data historis yang terdapat di Spinning B2 PT.Easterntex. Data yang digunakan selama periode Maret 2013-Maret 2014.

1. Data waktu *loading* mesin *carding cotton* selama Maret 2013-Maret 2014

Data waktu *loading* mesin *carding cotton* digunakan untuk perhitungan *availability*, *performance rate*, dan *rate of quality*, serta perhitungan *six big losses*. Data waktu *loading* mesin *carding cotton* selama Maret 2013-Maret 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Waktu *Loading Carding Cotton* Selama Maret 2013-Maret 2014

No	Periode	Waktu Kerja			Waktu Kerja (Jam)	Waktu Kerja(Menit)
		Hari Kerja	Shift/Hari	Jam/Shift		
1	Maret	31	3	8	744	44640
2	April	30	3	8	720	43200
3	Mei	31	3	8	744	44640
4	Juni	30	3	8	720	43200
5	Juli	31	3	8	744	44640
6	Agustus	31	3	8	744	44640
7	September	30	3	8	720	43200
8	Oktober	31	3	8	744	44640
9	November	30	3	8	720	43200
10	Desember	31	3	8	744	44640
11	Januari	31	3	8	744	44640
12	Februari	28	3	8	672	40320
13	Maret	31	3	8	744	44640
Total		396	39	104	9504	570240

Sumber: PT. Easterntex 2014

2. Data *downtime* mesin *carding cotton* selama Maret 2013-Maret 2014

Data *downtime* mesin *carding cotton* dibutuhkan untuk perhitungan nilai *availability*. Data *downtime* mesin *carding cotton* terbagi menjadi 3 yaitu:

a. *Carding cotton* 5

Data *downtime* mesin *carding cotton* 5 selama Maret 2013-Maret 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data *Downtime* Mesin *Carding Cotton 5* Selama Maret 2013-Maret 2014

No	Periode	<i>Downtime</i> (Jam)	<i>Downtime</i> (Menit)
1	Maret	0	0
2	April	0	0
3	Mei	0	0
4	Juni	256	15360
5	Juli	642	38520
6	Agustus	0	0
7	September	0	0
8	Oktober	0	0
9	November	0	0
10	Desember	0	0
11	Januari	0	0
12	Februari	0	0
13	Maret	0	0

Sumber: PT. Easterntex 2014

b. *Carding cotton 6*

Data *downtime* mesin *carding cotton 6* selama Maret 2013-Maret 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data *Downtime* Mesin *Carding Cotton 6* selama Maret 2013-Maret 2014

No	Periode	<i>Downtime</i> (Jam)	<i>Downtime</i> (Menit)
1	Maret	192	11520
2	April	0	0
3	Mei	0	0
4	Juni	0	0
5	Juli	0	0
6	Agustus	0	0
7	September	0	0
8	Oktober	0	0
9	November	0	0
10	Desember	0	0
11	Januari	0	0
12	Februari	0	0
13	Maret	0	0

Sumber: PT. Easterntex 2014

c. *Carding cotton 12*

Data *downtime* mesin *carding cotton 12* selama Maret 2013-Maret 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data *Downtime* Mesin *Carding Cotton 12* Selama Maret 2013-Maret 2014

No	Periode	<i>Downtime</i> (Jam)	<i>Downtime</i> (Menit)
1	Maret	296	17760
2	April	0	0
3	Mei	0	0

Tabel 4.6 Lanjutan Data Downtime Mesin *Carding Cotton* 12 Selama Maret 2013-Maret 2014

No	Periode	Downtime (Jam)	Downtime (Menit)
4	Juni	0	0
5	Juli	0	0
6	Agustus	96	5760
7	September	0	0
8	Oktober	0	0
9	November	0	0
10	Desember	0	0
11	Januari	0	0
12	Februari	0	0
13	Maret	0	0

Sumber: PT. Easterntex 2014

3. Data produk cacat

Data produk cacat pada mesin *carding cotton* selama Maret 2013-Maret 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Produk Cacat Mesin *Carding Cotton* Selama Maret 2013-Maret 2014

No	Periode	Produk cacat (meter)
1	Maret	123995.15
2	April	119961.23
3	Mei	123950.70
4	Juni	121274.66
5	Juli	127510.87
6	Agustus	108777.66
7	September	119748.47
8	Oktober	127169.51
9	November	126202.17
10	Desember	132554.69
11	Januari	147009.08
12	Februari	139397.97
13	Maret	138715.25

Sumber: PT. Easterntex 2014

4.3 Pengolahan Data

Pada pengolahan data dilakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *six big losses* serta dilakukan analisa *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan komponen prioritas kemudian dilakukan analisis dan rekomendasi perbaikan berdasarkan konsep TPM pada komponen yang diprioritaskan.

4.3.1 Perhitungan dan Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Sebelum melakukan perhitungan OEE maka terlebih dahulu melakukan perhitungan *availability rate*, *perfomance rate*, dan *rate of quality*.

1. Perhitungan *Availability Rate*

Pada perhitungan *availability rate* yang digunakan adalah data waktu *loading* dan *downtime* pada mesin *carding cotton*. Contoh perhitungan *availability rate* pada bulan Juni 2013 pada mesin *carding cotton 5*.

$$\text{Availability Rate (AR)} = \frac{\text{Waktu operasi}}{\text{Waktu loading}} \times 100\%$$

$$\text{Availability Rate (AR)} = \frac{(\text{Waktu kerja} + \text{Waktu lembur}) - \text{Waktu downtime}}{(\text{Waktu kerja} + \text{Waktu lembur})} \times 100\%$$

$$\text{Availability Rate (AR)} = \frac{\text{Waktu loading} - \text{Waktu downtime}}{\text{Waktu loading}} \times 100\%$$

$$\text{Availability Rate (AR)} = \frac{43200 - 15360}{43200} \times 100\% = 64,44\%$$

Keterangan

Waktu operasi : waktu bersih mesin bekerja (tanpa kerusakan)
: (waktu *loading* - waktu *downtime*)

Waktu *loading* : waktu bersih mesin bekerja yang direncanakan
: (waktu kerja + waktu lembur)

Waktu *downtime* : waktu berhenti mesin yang tidak terencana

a. *Carding cotton 5*

Perhitungan *availability rate* menggunakan data *downtime* dan waktu *loading* mesin selama Maret 2013-Maret 2014. Hasil perhitungan *availability rate* pada mesin *carding cotton 5* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Availability Rate* Pada Mesin *Carding Cotton 5*

Periode	Waktu Loading(menit)	Waktu downtime(menit)	Waktu operasi(menit)	Availability
Maret	44640	0	44640	100%
April	43200	0	43200	100%
Mei	44640	0	44640	100%
Juni	43200	15360	27840	64.44%
Juli	44640	38520	6120	13.71%
Agustus	44640	0	44640	100%
September	43200	0	43200	100%
Oktober	44640	0	44640	100%
November	43200	0	43200	100%
Desember	44640	0	44640	100%
Januari	44640	0	44640	100%
Februari	40320	0	40320	100%
Maret	44640	0	44640	100%
Rata-rata				91%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.8 dapat disimpulkan bahwa nilai terendah *availability rate* terdapat pada Juli 2013, dan rata-rata nilai

availability rate mesin *carding cotton 5* > 90%. Oleh karena itu secara keseluruhan nilai *availability rate* mesin *carding cotton 5* telah memenuhi standar yang ditetapkan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

b. *Carding cotton 6*

Perhitungan *availability rate* menggunakan data *downtime* dan waktu *loading* mesin selama Maret 2013-Maret 2014. Hasil perhitungan *availability rate* pada mesin *carding cotton 6* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan *Availability Rate* Mesin *Carding Cotton 6*

Periode	Waktu <i>loading</i> (menit)	Waktu <i>downtime</i> (menit)	Waktu operasi(menit)	<i>Availability</i>
Maret	44640	11520	33120	74.19%
April	43200	0	43200	100%
Mei	44640	0	44640	100%
Juni	43200	0	43200	100%
Juli	44640	0	44640	100%
Agustus	44640	0	44640	100%
September	43200	0	43200	100%
Oktober	44640	0	44640	100%
November	43200	0	43200	100%
Desember	44640	0	44640	100%
Januari	44640	0	44640	100%
Februari	40320	0	40320	100%
Maret	44640	0	44640	100%
Rata-rata				98.01%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.9 dapat disimpulkan bahwa nilai terendah *availaibility rate* mesin terdapat pada Maret 2013, rata-rata nilai *availability rate* mesin *carding cotton 6* > 90%. Secara keseluruhan nilai *availability rate* mesin *carding cotton 6* telah memenuhi standar yang ditetapkan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

c. *Cardingcotton 12*

Perhitungan *availability rate* menggunakan data *downtime* dan waktu *loading* mesin selama Maret 2013-Maret 2014. Hasil perhitungan *availability rate* pada mesin *carding cotton 12* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan *Availability Rate* Pada Mesin *Carding Cotton 12*

Periode	Waktu <i>Loading</i> (menit)	Waktu <i>downtime</i> (menit)	Waktu operasi(menit)	<i>Availability</i>
Maret	44640	17760	26880	60.22%
April	43200	0	43200	100%
Mei	44640	0	44640	100%

Tabel 4.10 Lanjutan Hasil Perhitungan *Availability Rate* Pada Mesin *Carding Cotton 12*

Periode	Waktu Loading(menit)	Waktu downtime(menit)	Waktu operasi(menit)	Availability
Juni	43200	0	43200	100%
Juli	44640	0	44640	100%
Agustus	44640	5760	38880	87.10%
September	43200	0	43200	100%
Oktober	44640	0	44640	100%
November	43200	0	43200	100%
Desember	44640	0	44640	100%
Januari	44640	0	44640	100%
Februari	40320	0	40320	100%
Maret	44640	0	44640	100%
Rata-rata				95,95%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.10 dapat disimpulkan bahwa nilai terendah *availability rate* mesin terdapat pada Maret 2013, dan secara keseluruhan nilai *availability rate* mesin *carding cotton 12* > 90%. Nilai *availability rate* mesin *carding cotton 12* telah memenuhi standar yang ditetapkan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

2. Perhitungan *Performance Rate*

Pada perhitungan *performance rate* yang digunakan adalah data jumlah input produksi, *ideal cycle time* (waktu siklus ideal), dan waktu operasi. Contoh perhitungan *performance rate carding cotton 5* pada bulan Juni 2013.

$$\text{Performance rate (PR)} = \frac{\text{Jumlah input}}{\text{ideal cycle time} \times \text{Waktu operasi}} \times 100\%$$

$$\text{Performance rate (PR)} = \frac{1749031,35 \text{ meter}}{100 \text{ meter/menit} \times 27840 \text{ menit}} \times 100\% = 62,82\%$$

Keterangan:

Ideal cycle time : siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal tanpa hambatan

Jumlah *input* : banyaknya jumlah produk yang dihasilkan

Waktu operasi : waktu bersih mesin bekerja (tanpa kerusakan)
: (waktu *loading*-waktu *downtime*)

a. *Carding cotton 5*

Pada perhitungan *performance rate* yang digunakan adalah jumlah produksi, *ideal cycle time* dan waktu *loading*. Hasil perhitungan *performance rate carding cotton 5* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan *Performance Rate* Mesin *Carding Cotton 5*

Periode	Jumlah Produksi(meter)	<i>Ideal cycle time</i> (m/menit)	Waktu Operasi(menit)	% <i>Performance Rate</i>
Maret	3147577.08	100	44640	70.51%
April	3123884.17	100	43200	72.31%
Mei	3265637.50	100	44640	73.15%
Juni	1749031.35	100	27840	62.82%
Juli	439128.01	100	6120	71.75%
Agustus	2808371.17	100	44640	62.91%
September	3126092.58	100	43200	72.36%
Oktober	3113099.50	100	44640	69.74%
November	2965947.08	100	43200	68.66%
Desember	3070755.92	100	44640	68.79%
Januari	3319794.25	100	44640	74.37%
Februari	2974993.33	100	40320	73.78%
Maret	3335722.75	100	44640	74.72%
Rata-rata				70.45%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.11 dapat disimpulkan bahwa nilai terendah *performance rate* mesin *carding cotton 5* pada Juni 2013 dan tertinggi pada Februari 2014, nilai rata-rata *performance rate* mesin *carding cotton 5* < 95%. Oleh karena itu secara keseluruhan nilai *performance rate* mesin *carding cotton 5* tidak memenuhi standar yang ditetapkan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

b. *Carding cotton 6*

Pada perhitungan *performance rate* yang digunakan adalah jumlah produksi, *ideal cycle time* dan waktu *loading*. Hasil perhitungan *performance rate carding cotton 6* dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan *Performance Rate* Mesin *Carding Cotton 6*

Periode	Jumlah Produksi(meter)	<i>Ideal cycle time</i> (m/menit)	Waktu operasi(menit)	% <i>Performance Rate</i>
Maret	2335298.93	100	33120	70.51%
April	3123884.17	100	43200	72.31%
Mei	3265637.50	100	44640	73.15%
Juni	2714014.17	100	43200	62.82%
Juli	3203051.33	100	44640	71.75%
Agustus	2808371.17	100	44640	62.91%
September	3126092.58	100	43200	72.36%
Oktober	3113099.50	100	44640	69.74%
November	2965947.08	100	43200	68.66%
Desember	3070080.92	100	44640	68.79%
Januari	3319794.25	100	44640	74.37%

Tabel 4.12 Lanjutan Hasil Perhitungan *Performance Rate* Mesin *Carding Cotton 6*

Periode	Jumlah Produksi(meter)	<i>Ideal cycle time</i> (m/menit)	Waktu operasi(menit)	% <i>Performance Rate</i>
Februari	2974993.33	100	40320	73.78%
Maret	3335722.75	100	44640	74.72%
Rata-rata				70.45%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.12 dapat disimpulkan bahwa nilai terendah *performance rate* mesin *carding cotton 6* pada bulan Juni 2013 dan tertinggi pada bulan Februari 2014, nilai rata-rata *performance rate* mesin *carding cotton 6* < 95%. Oleh karena itu nilai *performance rate* mesin *carding cotton 6* tidak memenuhi standar yang ditetapkan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

c. *Carding cotton 12*

Pada perhitungan *performance rate* yang digunakan adalah jumlah produksi, *ideal cycle time* dan waktu *loading*. Hasil perhitungan *performance rate carding cotton 12* dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan *Performance Rate* Mesin *Carding Cotton 12*

Periode	Jumlah Produksi(meter)	<i>Ideal cycle time</i> (m/menit)	Waktu operasi(menit)	% <i>Performance Rate</i>
Maret	1895315.23	100	26880	70.51%
April	3123884.17	100	43200	72.31%
Mei	3265637.50	100	44640	73.15%
Juni	2714014.17	100	43200	62.82%
Juli	3203051.33	100	44640	71.75%
Agustus	2446000.69	100	38880	62.91%
September	3126092.58	100	43200	72.36%
Oktober	3113099.50	100	44640	69.74%
November	2965947.08	100	43200	68.66%
Desember	3070755.92	100	44640	68.79%
Januari	3319794.25	100	44640	74.37%
Februari	2974993.33	100	40320	73.78%
Maret	3335722.75	100	44640	74.72%
Rata-rata				70.45%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.13 dapat disimpulkan bahwa nilai terendah *performance rate* mesin *carding cotton 12* pada bulan Juni 2013 dan tertinggi pada bulan Februari 2014, nilai rata-rata *performance rate* mesin *carding cotton 12* < 95%. Oleh karena itu nilai rata-rata *performance rate* mesin *carding cotton* tidak memenuhi standar yang ditetapkan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

3. Perhitungan *Rate of Quality*

Pada perhitungan *rate of quality* data yang digunakan adalah data jumlah hasil produksi dan jumlah produk cacat. Hasil perhitungan *rate of quality* pada mesin *carding cotton* dapat dilihat pada Tabel 4.14. Contoh perhitungan *rate of quality* pada mesin *carding cotton* pada Periode Maret 2013.

$$\text{Rate of Quality (RQ)} = \frac{\square \text{ unit diproses} - \square \text{ cacat}}{\square \text{ unit diproses}} \times 100\%$$

$$\text{Rate of Quality (RQ)} = \frac{37770925 - 123995.15}{37770925} \times 100\% = 99,67\%$$

Keterangan:

Jumlah unit diproses : banyaknya jumlah unit yang diproses menjadi produk yang dihasilkan

Jumlah cacat : banyaknya jumlah produk cacat dalam sistem produksi

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan *Rate Of Quality* Mesin *Carding Cotton*

Periode	Jumlah Produksi (meter)	Jumlah cacat(meter)	% <i>Rate of Quality</i>
Maret	37770925	123995.15	99.67%
April	37486610	119961.23	99.68%
Mei	39187650	123950.70	99.68%
Juni	32568170	121274.66	99.63%
Juli	38436616	127510.87	99.67%
Agustus	33700454	108777.66	99.68%
September	37513111	119748.47	99.68%
Oktober	37357194	127169.51	99.66%
November	35591365	126202.17	99.65%
Desember	36849071	132554.69	99.64%
Januari	39837531	147009.08	99.63%
Februari	35699920	139397.97	99.61%
Maret	40028673	138715.25	99.65%
Rata-rata			99.66%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.14 dapat disimpulkan bahwa nilai terendah *rate of quality* mesin *carding cotton* pada bulan Juni 2013 dan tertinggi pada bulan Maret 2014, nilai rata-rata *rate of quality* mesin *carding cotton* > 99%. Oleh karena itu nilai rata-rata *rate of quality* mesin *carding cotton* telah memenuhi standar yang ditetapkan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

4. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Pada perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang digunakan adalah nilai dari perhitungan *availability*, *performance rate*, dan *rate of quality*. Contoh

perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *carding cotton* 5 pada Periode Juni 2013.

$$OEE = AV \times PR \times \text{Rate of Quality}$$

$$OEE = 64,44 \% \times 62,82\% \times 99,63\% = 40,33\%$$

a. *Carding cotton* 5

Pada perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) *carding cotton* 5 yang digunakan adalah nilai dari *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality* pada mesin *carding cotton* 5. Hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) *carding cotton* 5 dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan OEE *Carding Cotton* 5 Selama Maret 2013-Maret 2014

Periode	AV	PR	Quality	OEE
Maret	100%	70.51%	99.67%	70.28%
April	100%	72.31%	99.68%	72.08%
Mei	100%	73.15%	99.68%	72.92%
Juni	64.44%	62.82%	99.63%	40.33%
Juli	13.71%	71.75%	99.67%	9.80%
Agustus	100%	62.91%	99.68%	62.71%
September	100%	72.36%	99.68%	72.13%
Oktober	100%	69.74%	99.66%	69.50%
November	100%	68.66%	99.65%	68.42%
Desember	100%	68.79%	99.64%	68.54%
Januari	100%	74.37%	99.63%	74.09%
Februari	100%	73.78%	99.61%	73.49%
Maret	100%	74.72%	99.65%	74.46%
Rata-rata				63.75%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.15 dapat disimpulkan bahwa nilai terendah *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *carding cotton* 5 pada bulan Juli 2013 dan tertinggi pada bulan Maret 2014, nilai rata-rata *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *carding cotton* 5 < 85%. Oleh karena itu nilai rata-rata *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *carding cotton* 5 tidak memenuhi standar yang ditetapkan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

b. *Carding cotton* 6

Pada perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) *carding cotton* 6 yang digunakan adalah nilai dari *availability*, *performance rate*, dan *rate of quality* pada mesin *carding cotton* 6. Hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) *carding cotton* 6 dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan OEE *Carding Cotton 6* Selama Maret 2013-
Maret 2014

Periode	AV	PR	Quality	OEE
Maret	74.19%	70.51%	99.67%	52.14%
April	100%	72.31%	99.68%	72.08%
Mei	100%	73.15%	99.68%	72.92%
Juni	100%	62.82%	99.63%	62.59%
Juli	100%	71.75%	99.67%	71.51%
Agustus	100%	62.91%	99.68%	62.71%
September	100%	72.36%	99.68%	72.13%
Oktober	100%	69.74%	99.66%	69.50%
November	100%	68.66%	99.65%	68.42%
Desember	100%	68.79%	99.64%	68.54%
Januari	100%	74.37%	99.63%	74.09%
Februari	100%	73.78%	99.61%	73.49%
Maret	100%	74.72%	99.65%	74.46%
Rata-rata				68.81%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.16 dapat disimpulkan bahwa nilai terendah *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *carding cotton 6* pada bulan Maret 2013 dan tertinggi pada bulan Maret 2014, nilai rata-rata *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *carding cotton 6* < 85%. Oleh karena itu nilai rata-rata *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *carding cotton 6* tidak memenuhi standar yang ditetapkan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

c. *Carding cotton 12*

Pada perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) *carding cotton 12* yang digunakan adalah nilai dari *availability*, *performance rate*, dan *rate of quality* pada mesin *carding cotton 12*. Hasil perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE) *carding cotton 12* dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan OEE *Carding Cotton 12* Selama Maret 2013-Maret 2014

Periode	AV	PR	Quality	OEE
Maret	58.06%	70.51%	99.67%	40.80%
April	100%	72.31%	99.68%	72.08%
Mei	100%	73.15%	99.68%	72.92%
Juni	100%	62.82%	99.63%	62.59%
Juli	100%	71.75%	99.67%	71.51%
Agustus	87.10%	62.91%	99.68%	54.62%
September	100%	72.36%	99.68%	72.13%
Oktober	100%	69.74%	99.66%	69.50%

Tabel 4.17 Lanjutan Hasil Perhitungan OEE *Carding Cotton* 12 Selama Maret 2013-Maret 2014

Periode	AV	PR	Quality	OEE
November	100%	68.66%	99.65%	68.42%
Desember	100%	68.79%	99.64%	68.54%
Januari	100%	74.37%	99.63%	74.09%
Februari	100%	73.78%	99.61%	73.49%
Maret	100%	74.72%	99.65%	74.46%
Rata-rata				67.32%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.17 dapat disimpulkan bahwa nilai terendah *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *carding cotton* 12 pada bulan Maret 2013 dan tertinggi pada bulan Maret 2014, nilai rata-rata *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *carding cotton* 12 < 85%. Oleh karena itu nilai rata-rata *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *carding cotton* 12 tidak memenuhi standar yang ditetapkan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

Nilai OEE pada mesin *carding cotton* 5,6 dan 12 dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Nilai OEE *Carding Cotton* 5,6,dan 12 Selama Maret 2013-Maret 2014

Periode	<i>Carding cotton</i> 5	<i>Carding cotton</i> 6	<i>Carding cotton</i> 12
Maret	70.28%	52.14%	40.80%
April	72.08%	72.08%	72.08%
Mei	72.92%	72.92%	72.92%
Juni	40.33%	62.59%	62.59%
Juli	9.80%	71.51%	71.51%
Agustus	62.71%	62.71%	54.62%
September	72.13%	72.13%	72.13%
Oktober	69.50%	69.50%	69.50%
November	68.42%	68.42%	68.42%
Desember	68.54%	68.54%	68.54%
Januari	74.09%	74.09%	74.09%
Februari	73.49%	73.49%	73.49%
Maret	74.46%	74.46%	74.46%
Rata-rata	63.75%	68.81%	67.32%

Dari Tabel 4.18 dapat diketahui yang memiliki rata-rata nilai OEE tertinggi adalah mesin *carding cotton* 6 yaitu sebesar 68,81% dan rata-rata nilai OEE terendah adalah mesin *carding cotton* 5 yaitu sebesar 63,75%.

4.3.2 Perhitungan dan Analisis *Six Big Losses*

Perhitungan *six big losses* dilakukan untuk mengetahui *losses* mana yang paling berpengaruh pada mesin *carding cotton*. Perhitungan *losses* akan dilakukan pada *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality*.

1. Perhitungan *Losses* pada *Availability rate*

Perhitungan *losses* pada *availability rate* yang digunakan adalah data waktu operasi dan data *downtime* mesin. Apabila nilai *availability rate* di bawah standar yang ditetapkan JIPM maka akan dilakukan analisis.

a. *Breakdown losses*

Breakdown losses merupakan kerusakan yang terjadi secara mendadak pada mesin/ peralatan sehingga mesin/peralatan tidak dapat beroperasi dan mengganggu jalannya proses produksi. *Breakdown losses* menyebabkan kerugian pada perusahaan, sehingga perlu dikurangi.

1. *Carding cotton 5*

Pada perhitungan *breakdown losses* pada mesin *carding cotton 5* yang digunakan adalah data waktu *loading* dan *downtime* mesin *carding cotton 5*. Data waktu *loading* dan *downtime* mesin *carding cotton 5* dapat dilihat pada Tabel 4.19. Contoh perhitungan besarnya persentase nilai *breakdown losses* mesin *carding cotton 5* pada bulan Juni 2013.

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{waktu downtime}}{\text{waktu loading}} \times 100\%$$

$$\text{Breakdown losses} = \frac{15360}{43200} \times 100\% = 35,55\%$$

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Persentase *Breakdown Losses Carding Cotton 5*

Periode	<i>Downtime</i> (menit)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Breakdown losses</i>
Maret	0	44640	0%
April	0	43200	0%
Mei	0	44640	0%
Juni	15360	43200	35.55%
Juli	38520	44640	86.29%
Agustus	0	44640	0%
September	0	43200	0%
Oktober	0	44640	0%
November	0	43200	0%
Desember	0	44640	0%
Januari	0	44640	0%
Februari	0	40320	0%
Maret	0	44640	0%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.19 dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi *breakdown losses* mesin *carding cotton 5* pada bulan Juli 2013 yaitu sebesar 86,29%.

2. *Carding cotton 6*

Pada perhitungan *breakdown losses* pada mesin *carding cotton 6* yang digunakan adalah data waktu *loading* dan *downtime* mesin *carding cotton 6*.

Hasil perhitungan *breakdown losses carding cotton 6* dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Persentase *Breakdown Losses Carding Cotton 6*

Periode	<i>Downtime</i> (menit)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Breakdown losses</i>
Maret	11520	44640	25.81%
April	0	43200	0%
Mei	0	44640	0%
Juni	0	43200	0%
Juli	0	44640	0%
Agustus	0	44640	0%
September	0	43200	0%
Oktober	0	44640	0%
November	0	43200	0%
Desember	0	44640	0%
Januari	0	44640	0%
Februari	0	40320	0%
Maret	0	44640	0%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.20 dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi *breakdown losses* mesin *carding cotton 6* terdapat pada bulan Maret 2013 yaitu sebesar 25,81%.

3. *Carding cotton 12*

Pada perhitungan *breakdown losses* pada mesin *carding cotton 12* yang digunakan adalah data waktu *loading* dan *downtime* mesin *carding cotton 12*. Hasil perhitungan *breakdown losses carding cotton 12* dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Persentase *Breakdown Losses Carding Cotton 12*

Periode	<i>Downtime</i> (menit)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Breakdown losses</i>
Maret	17760	44640	39.78%
April	0	43200	0%
Mei	0	44640	0%
Juni	0	43200	0%
Juli	0	44640	0%
Agustus	5760	44640	12.90%
September	0	43200	0%
Oktober	0	44640	0%
November	0	43200	0%
Desember	0	44640	0%
Januari	0	44640	0%

Tabel 4.21 Lanjutan Hasil Perhitungan Persentase *Breakdown Losses Carding Cotton 12*

Periode	Downtime (menit)	Waktu loading (menit)	% Breakdown losses
Februari	0	40320	0%
Maret	0	44640	0%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.21 dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi *breakdown losses* mesin *carding cotton 12* pada bulan Maret 2013 yaitu sebesar 39,78%.

b. *Setup and Adjustment Losses*

Setup and Adjustment Losses merupakan kerugian yang diakibatkan karena pemasangan dan penyesuaian suatu peralatan/mesin. *Setup and Adjustment losses* menyebabkan kerugian bagi perusahaan dengan adanya waktu yang terbuang percuma. Oleh karena itu *setup and adjustment losses* harus dikurangi.

1. *Carding cotton 5*

Pada perhitungan *setup and adjustment losses* pada mesin *carding cotton 5* yang digunakan adalah data waktu *loading* dan waktu *setup* mesin *carding cotton 5*. Hasil perhitungan *setup and adjustment losses* dapat dilihat pada Tabel 4.22. Contoh perhitungan besarnya persentase nilai *setup and adjustment losses* mesin *carding cotton 5* pada bulan Juni 2013.

$$\text{Setup and adjustment losses} = \frac{\text{waktu setup}}{\text{waktu loading}} \times 100\%$$

$$\text{Setup and adjustment losses} = \frac{2400 \text{ menit}}{43200 \text{ menit}} \times 100\% = 5.55\%$$

Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Persentase *Setup And Adjustment Losses Carding Cotton 5*

Periode	Waktu setup (menit)	Waktu loading (menit)	% Setup And Adjustment Losses
Maret	1440	44640	3.23%
April	1440	43200	3.33%
Mei	1440	44640	3.23%
Juni	2400	43200	5.55%
Juli	2520	44640	5.65%
Agustus	1440	44640	3.23%
September	1440	43200	3.33%
Oktober	1440	44640	3.23%
November	1440	43200	3.33%
Desember	1440	44640	3.23%
Januari	1440	44640	3.23%

Tabel 4.22 Lanjutan Hasil Perhitungan Persentase *Setup And Adjustment Losses* Carding Cotton 5

Periode	Waktu <i>setup</i> (menit)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Setup And Adjustment Losses</i>
Februari	1440	40320	3.57%
Maret	1440	44640	3.23%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.22 dapat diketahui bahwa nilai tertinggi *setup and adjustment losses* mesin *carding cotton 5* sebesar 5.65%.

2. *Carding cotton 6*

Pada perhitungan *setup and adjustment losses* pada mesin *carding cotton 6* yang digunakan adalah data waktu *loading* dan waktu *setup* mesin *carding cotton 6*. Hasil perhitungan *setup and adjustment losses* dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Persentase *Setup And Adjustment Losses* Carding Cotton 6

Periode	Waktu <i>setup</i> (menit)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Setup And Adjustment Losses</i>
Maret	1440	44640	3.23%
April	1440	43200	3.33%
Mei	1440	44640	3.23%
Juni	1440	43200	3.33%
Juli	1440	44640	3.23%
Agustus	1440	44640	3.23%
September	1440	43200	3.33%
Oktober	1440	44640	3.23%
November	1440	43200	3.33%
Desember	1440	44640	3.23%
Januari	1440	44640	3.23%
Februari	1440	40320	3.57%
Maret	1440	44640	3.23%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.23 dapat diketahui bahwa nilai tertinggi *setup and adjustment losses* mesin *carding cotton 6* sebesar 3.57%.

3. *Carding cotton 12*

Pada perhitungan *setup and adjustment losses* pada mesin *carding cotton 12* yang digunakan adalah data waktu *loading* dan waktu *setup* mesin *carding cotton 12*. Hasil perhitungan *setup and adjustment losses* dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Persentase *Setup And Adjustment Losses* *Carding Cotton 12*

Periode	Waktu <i>setup</i> (menit)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Setup and adjustment losses</i>
Maret	1920	44640	4.30%
April	1440	43200	3.33%
Mei	1440	44640	3.23%
Juni	1440	43200	3.33%
Juli	1440	44640	3.23%
Agustus	1440	44640	3.23%
September	1440	43200	3.33%
Oktober	1440	44640	3.23%
November	1440	43200	3.33%
Desember	1440	44640	3.23%
Januari	1440	44640	3.23%
Februari	1440	40320	3.57%
Maret	1440	44640	3.23%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.24 dapat diketahui bahwa nilai tertinggi *setup and adjustment losses* mesin *carding cotton 12* sebesar 4.30%..

2. Perhitungan *Losses* pada *Performance Rate*

Perhitungan *losses* pada *performance rate* dibutuhkan untuk mengetahui *losses* mana yang paling mempengaruhi tingkat persentase *performance rate*. Apabila nilai *performance rate* di bawah standar yang ditetapkan JIPM akan dilakukan analisis.

a. *Idling and Minor Stoppage Losses*

Idling and Minor Stoppage Losses adalah kerugian yang disebabkan karena mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk atau pemberhentian mesin sementara, sehingga menyebabkan mesin menganggur (*idle*). Data yang digunakan adalah data waktu *loading* dan waktu *non productive* mesin *carding cotton*. Waktu *non productive* mesin berupa waktu pemberhentian karena pembersihan mesin atau karena faktor eksternal lainnya. Hasil perhitungan *idling and minor stoppage losses* dapat dilihat pada Tabel 4.25. Contoh perhitungan besarnya persentase nilai *idling and minor stoppage losses* mesin *carding cotton* pada Periode Juni 2013.

$$\text{Idling and Minor Stoppage losses} = \frac{\text{non productive}}{\text{waktu loading}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppage losses} = \frac{0}{43200} \times 100\% = 0\%$$

Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Persentase *Idling And Minor Stoppage Losses Carding Cotton*

Periode	Waktu <i>non productive</i> (menit)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Idling and minor stoppage losses</i>
Maret	0	44640	0%
April	0	43200	0%
Mei	0	44640	0%
Juni	0	43200	0%
Juli	0	44640	0%
Agustus	0	44640	0%
September	0	43200	0%
Oktober	0	44640	0%
November	0	43200	0%
Desember	0	44640	0%
Januari	0	44640	0%
Februari	0	40320	0%
Maret	0	44640	0%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.25 dapat diketahui bahwa nilai dari *idling and minor stoppage losses* mesin *carding cotton* yaitu sebesar 0% yang berarti mesin *carding cotton* tidak memiliki waktu *non productive*.

b. *Reduced Speed Losses*

Reduced Speed Losses merupakan kerugian yang disebabkan karena mesin tidak bekerja pada kecepatan optimal atau mesin mengalami penurunan kecepatan. Data yang dibutuhkan untuk perhitungan *reduced speed losses* adalah *ideal cycle time*, waktu operasi dan jumlah input.

1. *Carding cotton 5*

Perhitungan *reduced speed losses* pada mesin *carding cotton 5* yang digunakan adalah data waktu *loading*, *ideal cycle time*, dan jumlah input mesin *carding cotton 5*. Hasil perhitungan *reduced speed losses* dapat dilihat pada Tabel 4.26. Contoh perhitungan besarnya persentase nilai *reduced speed losses* mesin *carding cotton 5* pada Periode Juni 2013.

$$\text{Reduced speed losses} = \frac{\text{waktu operasi} - (\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah input})}{\text{waktu loading}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced speed losses} = \frac{27840 - (0.01 \times 1749031.35)}{43200} \times 100\% = 23,96\%$$

Tabel 4.26 Hasil Perhitungan Persentase *Reduced Speed Losses Carding Cotton 5*

Bulan	Waktu operasi (menit)	<i>Ideal cycle time</i> (menit/meter)	Jumlah <i>input</i> (meter)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Reduced Speed Losses</i>
Maret	44640	0.01	3147577.08	44640	29.49%
April	43200	0.01	3123884.17	43200	27.69%
Mei	44640	0.01	3265637.50	44640	26.85%
Juni	27840	0.01	1749031.35	43200	23.96%
Juli	6120	0.01	439128.01	44640	3.87%
Agustus	44640	0.01	2808371.17	44640	37.09%
September	43200	0.01	3126092.58	43200	27.64%
Oktober	44640	0.01	3113099.50	44640	30.26%
November	43200	0.01	2965947.08	43200	31.34%
Desember	44640	0.01	3070755.92	44640	31.21%
Januari	44640	0.01	3319794.25	44640	25.63%
Februari	40320	0.01	2974993.33	40320	26.22%
Maret	44640	0.01	3335722.75	44640	25.28%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.26 dapat diketahui bahwa nilai tertinggi dari *reduced speed losses* pada *carding cotton 5* terdapat pada bulan Agustus 2013 yaitu sebesar 37,09% dan *reduced speed losses* terendah pada bulan Juli 2013 sebesar 3,87%.

2. *Carding cotton 6*

Perhitungan *reduced speed losses* pada mesin *carding cotton 6* yang digunakan adalah data waktu *loading*, *ideal cycle time*, dan jumlah input mesin *carding cotton 6*. Hasil perhitungan *reduced speed losses carding cotton 6* dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Persentase *Reduced Speed Losses Carding Cotton 6*

Bulan	Waktu operasi (menit)	<i>Ideal cycle time</i> (menit/meter)	Jumlah <i>input</i> (meter)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Reduced Speed Losses</i>
Maret	33120	0.01	2335298.93	44640	21.88%
April	43200	0.01	3123884.17	43200	27.69%
Mei	44640	0.01	3265637.50	44640	26.85%
Juni	43200	0.01	2714014.17	43200	37.18%
Juli	44640	0.01	3203051.33	44640	28.25%
Agustus	44640	0.01	2808371.17	44640	37.09%
September	43200	0.01	3126092.58	43200	27.64%
Oktober	44640	0.01	3113099.50	44640	30.26%
November	43200	0.01	2965947.08	43200	31.34%
Desember	44640	0.01	3070080.92	44640	31.23%
Januari	44640	0.01	3319794.25	44640	25.63%
Februari	40320	0.01	2974993.33	40320	26.22%
Maret	44640	0.01	3335722.75	44640	25.28%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.27 dapat diketahui bahwa nilai tertinggi dari *reduced speed losses* pada *carding cotton* 6 terdapat pada bulan Juni 2013 yaitu sebesar 37,18,% dan *reduced speed losses* terendah pada bulan Maret 2014 sebesar 21,88%.

3. *Carding cotton* 12

Perhitungan *reduced speed losses* pada mesin *carding cotton* 12 yang digunakan adalah data waktu *loading*, *ideal cycle time*, dan jumlah input mesin *carding cotton* 12. Hasil perhitungan *reduced speed losses carding cotton* 12 dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Hasil Perhitungan Persentase *Reduced Speed Losses Carding Cotton* 12

Bulan	Waktu operasi (menit)	<i>Ideal cycle time</i> (menit/meter)	Jumlah input(meter)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Reduced Speed Losses</i>
Maret	26880	0.01	1895315.23	44640	17.76%
April	43200	0.01	3123884.17	43200	27.69%
Mei	44640	0.01	3265637.50	44640	26.85%
Juni	43200	0.01	2714014.17	43200	37.18%
Juli	44640	0.01	3203051.33	44640	28.25%
Agustus	38880	0.01	2446000.69	44640	32.30%
September	43200	0.01	3126092.58	43200	27.64%
Oktober	44640	0.01	3113099.50	44640	30.26%
November	43200	0.01	2965947.08	43200	31.34%
Desember	44640	0.01	3070755.92	44640	31.21%
Januari	44640	0.01	3319794.25	44640	25.63%
Februari	40320	0.01	2974993.33	40320	26.22%
Maret	44640	0.01	3335722.75	44640	25.28%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.28 dapat diketahui bahwa nilai tertinggi dari *reduced speed losses* pada *carding cotton* 12 terdapat pada bulan Juni 2013 yaitu sebesar 37,18% dan *reduced speed losses* terendah pada bulan Maret 2013 sebesar 17,76%.

3. Perhitungan *Losses* pada *Rate of Quality*

Perhitungan *losses* pada *rate of quality* dibutuhkan untuk mengetahui *losses* mana yang paling mempengaruhi tingkat persentase *rate of quality*. Apabila nilai *rate of quality* di bawah standar yang ditetapkan JIPM akan dilakukan analisis.

a. *Process Defect Losses*

Process Defect Losses merupakan kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena produk yang memerlukan proses ulang. *Process defect losses* menyebabkan kerugian bahan baku dan waktu produksi bagi perusahaan. Oleh karena itu *losses* ini harus dikurangi. Perhitungan *process*

defect losses pada mesin *carding cotton* menggunakan data waktu *loading*, *ideal cycle time*, dan jumlah cacat produksi.

1. *Carding cotton 5*

Perhitungan *process defect losses carding cotton 5* yang digunakan adalah data waktu *loading*, jumlah produk cacat, *ideal cycle time*. Hasil perhitungan *process defect losses carding cotton 5* dapat dilihat pada Tabel 4.29. Contoh perhitungan besarnya persentase nilai *process defect losses carding cotton 5* pada bulan Juni 2013.

$$\text{Process defect} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah cacat produksi}}{\text{waktu loading}} \times 100\%$$

$$\text{Process defect} = \frac{\frac{0.01 \text{ menit}}{m} \times 6512.90 \text{ m}}{43200 \text{ menit}} \times 100\% = 0,15\%$$

Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Persentase *Process Defect Losses Carding Cotton 5*

Bulan	Jumlah Defect (meter)	<i>Ideal cycle time</i> (menit/meter)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Quality Defect</i>
Maret	10332.93	0.01	44640	0.23%
April	9996.77	0.01	43200	0.23%
Mei	10329.23	0.01	44640	0.23%
Juni	6512.90	0.01	43200	0.15%
Juli	1456.78	0.01	44640	0.03%
Agustus	9064.81	0.01	44640	0.20%
September	9979.04	0.01	43200	0.23%
Oktober	10597.46	0.01	44640	0.24%
November	10516.85	0.01	43200	0.24%
Desember	11046.22	0.01	44640	0.25%
Januari	12250.76	0.01	44640	0.27%
Februari	11616.50	0.01	40320	0.29%
Maret	11559.60	0.01	44640	0.26%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.29 dapat diketahui nilai tertinggi *process defect losses* pada *carding cotton 5* terdapat pada bulan Februari 2014 yaitu sebesar 0,29% dan *process defect losses* terendah pada bulan Juli 2013 sebesar 0,03%.

2. *Carding cotton 6*

Perhitungan *process defect losses carding cotton 6* yang digunakan adalah data waktu *loading*, jumlah produk cacat, *ideal cycle time*. Hasil perhitungan *process defect losses carding cotton 6* dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Hasil Perhitungan Persentase *Process Defect Losses Carding Cotton 6*

Bulan	Jumlah Defect (meter)	Ideal cycle time(menit/meter)	Waktu loading(menit)	% Quality Defect
Maret	7666.37	0.01	44640	0.17%
April	9996.77	0.01	43200	0.23%
Mei	10329.23	0.01	44640	0.23%
Juni	10106.22	0.01	43200	0.23%
Juli	10625.91	0.01	44640	0.24%
Agustus	9064.81	0.01	44640	0.20%
September	9979.04	0.01	43200	0.23%
Oktober	10597.46	0.01	44640	0.24%
November	10516.85	0.01	43200	0.24%
Desember	11046.22	0.01	44640	0.25%
Januari	12250.76	0.01	44640	0.27%
Februari	11616.50	0.01	40320	0.29%
Maret	11559.60	0.01	44640	0.26%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.30 dapat diketahui nilai tertinggi *process defect losses* pada *carding cotton 6* terdapat pada bulan Februari 2014 yaitu sebesar 0,29% dan *process defect losses* terendah pada bulan Maret 2013 sebesar 0,17%.

3. *Carding cotton 12*

Perhitungan *process defect losses carding cotton 12* yang digunakan adalah data waktu *loading*, jumlah produk cacat, *ideal cycle time*. Hasil perhitungan *process defect losses carding cotton 12* dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Persentase *Process Defect Losses Carding Cotton 12*

Bulan	Jumlah Defect (meter)	Ideal cycle time(menit/meter)	Waktu loading(menit)	% Quality Defect
Maret	51997.97	0.009	44640	0.14%
April	119961.3	0.009	43200	0.23%
Mei	123950.8	0.009	44640	0.23%
Juni	121274.66	0.009	43200	0.23%
Juli	127510.87	0.009	44640	0.24%
Agustus	94741.83	0.009	44640	0.18%
September	119748.4	0.009	43200	0.23%
Oktober	127169.9	0.009	44640	0.24%
November	126202.3	0.009	43200	0.24%
Desember	132554.5	0.009	44640	0.25%
Januari	147009.1	0.009	44640	0.27%
Februari	139398.3	0.009	40320	0.29%
Maret	138715.6	0.009	44640	0.26%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.31 dapat diketahui nilai tertinggi *process defect losses* pada *carding cotton 12* terdapat pada bulan Februari

2014 yaitu sebesar 0,29% dan *process defect losses* terendah pada bulan Maret 2013 sebesar 0,14%.

b. *Reduced Yield Losses*

Reduced yield losses merupakan kerugian waktu dan material yang dibutuhkan untuk mencapai produk yang diharapkan. Kerugian ditimbulkan karena perlunya waktu untuk mencapai proses produksi yang stabil serta pemasangan peralatan/mesin yang digunakan untuk menghasilkan produk.

1. *Carding cotton 5*

Perhitungan *reduced yield losses* pada mesin *carding cotton 5* menggunakan data waktu *loading*, *ideal cycle time*, dan jumlah cacat saat *setting carding cotton 5*. Hasil perhitungan *reduced yield losses* dapat dilihat pada Tabel 4.32. Contoh perhitungan besarnya persentase nilai *reduced yield losses* mesin *carding cotton 5* pada Periode Juni 2013.

$$\text{Reduced yield losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{jumlah cacat saat setting}}{\text{waktu loading}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced yield losses} = \frac{0,01 \text{ menit} \times 0 \text{ meter}}{43200 \text{ menit}} \times 100\% = 0\%$$

Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Persentase *Reduced Yield Losses Carding Cotton 5*

Periode	<i>Ideal cycle time</i> (menit/meter)	Jumlah cacat saat <i>setting</i> (meter)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Reduced Yield Losses</i>
Maret	0.01	0	44640	0%
April	0.01	0	43200	0%
Mei	0.01	0	44640	0%
Juni	0.01	0	43200	0%
Juli	0.01	0	44640	0%
Agustus	0.01	0	44640	0%
September	0.01	0	43200	0%
Oktober	0.01	0	44640	0%
November	0.01	0	43200	0%
Desember	0.01	0	44640	0%
Januari	0.01	0	44640	0%
Februari	0.01	0	40320	0%
Maret	0.01	0	44640	0%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.32 dapat diketahui bahwa nilai *reduced yield losses carding cotton 5* setiap periode sebesar 0%.

2. *Carding cotton 6*

Perhitungan *reduced yield losses* pada mesin *carding cotton 6* menggunakan data waktu *loading*, *ideal cycle time*, dan jumlah cacat saat *setting carding cotton 6*. Hasil perhitungan *reduced yield losses* dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Persentase *Reduced Yield Losses Carding Cotton 6*

Periode	<i>Ideal cycle time</i> (menit/meter)	Jumlah cacat saat <i>setting</i> (meter)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Reduced Yield Losses</i>
Maret	0.01	0	44640	0%
April	0.01	0	43200	0%
Mei	0.01	0	44640	0%
Juni	0.01	0	43200	0%
Juli	0.01	0	44640	0%
Agustus	0.01	0	44640	0%
September	0.01	0	43200	0%
Oktober	0.01	0	44640	0%
November	0.01	0	43200	0%
Desember	0.01	0	44640	0%
Januari	0.01	0	44640	0%
Februari	0.01	0	40320	0%
Maret	0.01	0	44640	0%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.33 dapat diketahui bahwa nilai *reduced yield losses carding cotton 6* setiap periode sebesar 0%.

3. *Carding cotton 12*

Perhitungan *reduced yield losses* pada mesin *carding cotton 12* menggunakan data waktu *loading*, *ideal cycle time*, dan jumlah cacat saat *setting carding cotton 12*. Hasil perhitungan *reduced yield losses* dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Persentase *Reduced Yield Losses Carding Cotton 12*

Periode	<i>Ideal cycle time</i> (menit/meter)	Jumlah cacat saat <i>setting</i> (meter)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Reduced Yield Losses</i>
Maret	0.01	0	44640	0%
April	0.01	0	43200	0%
Mei	0.01	0	44640	0%
Juni	0.01	0	43200	0%
Juli	0.01	0	44640	0%
Agustus	0.01	0	44640	0%
September	0.01	0	43200	0%
Oktober	0.01	0	44640	0%
November	0.01	0	43200	0%

Tabel 4.34 Lanjutan Hasil Perhitungan Persentase *Reduced Yield Losses Carding Cotton* 12

Periode	<i>Ideal cycle time</i> (menit/meter)	Jumlah cacat saat <i>setting</i> (meter)	Waktu <i>loading</i> (menit)	% <i>Reduced Yield Losses</i>
Desember	0.01	0	44640	0%
Januari	0.01	0	44640	0%
Februari	0.01	0	40320	0%
Maret	0.01	0	44640	0%

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.34 dapat diketahui bahwa nilai *reduced yield losses carding cotton* 12 setiap periode sebesar 0%.

4. Analisis *Six Big Losses*

Analisis *six big losses* perlu dilakukan untuk mengetahui *losses* yang paling berpengaruh terhadap mesin *carding cotton*.

a. *Carding cotton 5*

Untuk mengetahui *losses* mana yang paling berpengaruh terhadap mesin *carding cotton 5* maka dilakukan rekap data hasil perhitungan *six big losses*. Besar persentase *losses* pada *carding cotton 5* dapat dilihat pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Rekap Data *Six Big Losses Carding Cotton 5* Maret 2013-Maret 2014

Periode	% <i>Breakdown Losses</i>	% <i>Setup and Adjustment losses</i>	% <i>Idling and Minor Stoppage Losses</i>	% <i>Reduced Speed losses</i>	% <i>Quality Defect</i>	% <i>Yield Losses</i>
Maret	0%	3.23%	0%	29.49%	0.23%	0%
April	0%	3.33%	0%	27.69%	0.23%	0%
Mei	0%	3.23%	0%	26.85%	0.23%	0%
Juni	35.55%	5.55%	0%	23.96%	0.15%	0%
Juli	86.29%	5.65%	0%	3.87%	0.03%	0%
Agustus	0%	3.23%	0%	37.09%	0.20%	0%
September	0%	3.33%	0%	27.64%	0.23%	0%
Oktober	0%	3.23%	0%	30.26%	0.24%	0%
November	0%	3.33%	0%	31.34%	0.24%	0%
Desember	0%	3.23%	0%	31.21%	0.25%	0%
Januari	0%	3.23%	0%	25.63%	0.27%	0%
Februari	0%	3.57%	0%	26.22%	0.29%	0%
Maret	0%	3.23%	0%	25.28%	0.26%	0%

Dari Tabel 4.35 dapat dilihat persentase penyebab *losses* pada mesin *carding cotton 5*. Selanjutnya dilakukan perhitungan *time losses* dari persentase *losses* yang terdapat pada mesin *carding cotton 5* untuk mengetahui total *time losses* yang ada pada mesin *carding cotton 5*. Untuk mengetahui *time losses* pada mesin *carding cotton 5* maka dilakukan perhitungan dengan cara perkalian antara persentase pada masing-masing *losses* dengan waktu *loading*. Total

waktu *loading* mesin *carding cotton* 5 adalah sebesar 570240 jam. Hasil perhitungan *time losses* pada mesin *carding cotton* 5 dapat dilihat pada Tabel 4.36. Contoh perhitungan *time losses* pada mesin *carding cotton* 5 pada bulan Juni 2013:

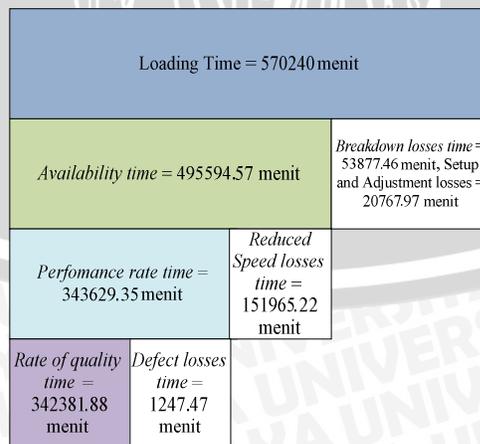
$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{persentase breakdown losses}}{100} \times \text{waktu loading}$$

$$\text{Breakdown losses} = \frac{35,55}{100} \times 43200 = 15357,60 \text{ menit}$$

Tabel 4.36 Hasil Perhitungan *Time Losses* Pada Mesin *Carding Cotton* 5

Periode	<i>Breakdown Losses</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment losses</i> (menit)	<i>Idling and Minor Stoppage Losses</i> (menit)	<i>Reduced Speed losses</i> (menit)	<i>Quality Defect</i> (menit)	<i>Yield Losses</i> (menit)
Maret	0	1441.87	0	13164.34	102.67	0
April	0	1438.56	0	11962.08	99.36	0
Mei	0	1441.87	0	11985.84	102.67	0
Juni	15357.60	2397.60	0	10350.72	64.80	0
Juli	38519.86	2522.16	0	1727.568	13.39	0
Agustus	0	1441.87	0	16556.98	89.28	0
September	0	1438.56	0	11940.48	99.36	0
Oktober	0	1441.87	0	13508.06	107.14	0
November	0	1438.56	0	13538.88	103.68	0
Desember	0	1441.87	0	13932.14	111.60	0
Januari	0	1441.87	0	11441.23	120.53	0
Februari	0	1439.42	0	10571.90	116.93	0
Maret	0	1441.87	0	11284.99	116.06	0
Total	53877.46	20767.97	0	151965.22	1247.47	0

Dari Tabel 4.36 dapat diketahui bahwa waktu losses tertinggi yang terdapat pada mesin *carding cotton* 5 adalah waktu *reduced speed losses* yaitu sebesar 151965.22 menit. Penjelasan *time losses* pada mesin *carding cotton* 5 dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 *Time Losses Carding Cotton* 5

Analisa terhadap *six big losses* pada mesin *carding cotton 5* dilakukan untuk mengetahui jumlah waktu pada masing-masing *losses* dalam mempengaruhi efektivitas penggunaan mesin *carding cotton 5* selama Maret 2013-Maret 2014. Total waktu *loading* pada mesin *carding cotton 5* selama Maret 2013-Maret 2014 adalah sebesar 570240 menit. Dari total waktu *loading* mesin sebesar 570240 menit, waktu bersih yang tersedia untuk proses produksi sebesar 495594,57 menit. Hal ini disebabkan karena adanya *breakdown time* pada mesin *carding cotton 5* sebesar 53877,46 menit dan *setup and adjustment losses carding cotton 5* sebesar 20767,97 menit. Dengan adanya *breakdown* dan *setup and adjustment time* tersebut sehingga mempengaruhi waktu efektif *performance rate*. Nilai waktu *performance rate* mesin *carding cotton 5* yang seharusnya sebesar 495594,57 menit berubah menjadi sebesar 343629,35 menit untuk waktu bersih *performance rate*. Hal ini dikarenakan adanya *time losses* pada *reduced speed losses* sebesar 151965,22 menit. Besarnya nilai waktu yang digunakan untuk menghasilkan produk yang berkualitas (*rate of quality*) adalah sebesar 342381,88 menit. Hal ini dikarenakan adanya *time losses* pada *defect losses* sebesar 1247,47 menit.

b. *Carding cotton 6*

Untuk mengetahui *losses* mana yang paling berpengaruh terhadap mesin *carding cotton 6* maka dilakukan rekap data hasil perhitungan *six big losses* pada mesin *carding cotton 6*. Besar persentase *losses* pada *carding cotton 6* dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Rekap Data *Six Big Losses Carding Cotton 6* Maret 2013-Maret 2014

Periode	% <i>Breakdown Losses</i>	% <i>Setup and Adjustment losses</i>	% <i>Idling and Minor Stoppage Losses</i>	% <i>Reduced Speed losses</i>	% <i>Quality Defect</i>	% <i>Yield Losses</i>
Maret	25.81%	3.23%	0%	21.88%	0.17%	0%
April	0%	3.33%	0%	27.69%	0.23%	0%
Mei	0%	3.23%	0%	26.85%	0.23%	0%
Juni	0%	3.33%	0%	37.18%	0.23%	0%
Juli	0%	3.23%	0%	28.25%	0.24%	0%
Agustus	0%	3.23%	0%	37.09%	0.20%	0%
September	0%	3.33%	0%	27.64%	0.23%	0%
Oktober	0%	3.23%	0%	30.26%	0.24%	0%
November	0%	3.33%	0%	31.34%	0.24%	0%
Desember	0%	3.23%	0%	31.23%	0.25%	0%
Januari	0%	3.23%	0%	25.63%	0.27%	0%
Februari	0%	3.57%	0%	26.22%	0.29%	0%
Maret	0%	3.23%	0%	25.28%	0.26%	0%

Dari Tabel 4.37 dapat dilihat persentase penyebab *losses* pada mesin *cardingcotton* 6. Selanjutnya dilakukan perhitungan *time losses* dari persentase *losses* yang terdapat pada mesin *carding cotton* 6 untuk mengetahui total *time losses* yang ada pada mesin *carding cotton* 6. Untuk mengetahui *time losses* pada mesin *carding cotton* 6 maka dilakukan perhitungan dengan cara perkalian antara persentase pada masing-masing *losses* dengan waktu *loading*. Total waktu *loading* mesin *carding cotton* 6 adalah sebesar 570240 jam. Hasil perhitungan *time losses* pada mesin *carding cotton* 6 dapat dilihat pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Hasil Perhitungan *Time Losses* Pada Mesin *Carding Cotton* 6

Periode	<i>Breakdown Losses</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment losses</i> (menit)	<i>Idling and Minor Stoppage Losses</i> (menit)	<i>Reduced Speed losses</i> (menit)	<i>Quality Defect</i> (menit)	<i>Yield Losses</i> (menit)
Maret	11521.58	1441.87	0	9767.23	75.89	0
April	0	1438.56	0	11962.08	99.36	0
Mei	0	1441.87	0	11985.84	102.67	0
Juni	0	1438.56	0	16061.76	99.36	0
Juli	0	1441.87	0	12610.80	107.14	0
Agustus	0	1441.87	0	16556.98	89.28	0
September	0	1438.56	0	11940.48	99.36	0
Oktober	0	1441.87	0	13508.06	107.14	0
November	0	1438.56	0	13538.88	103.68	0
Desember	0	1441.87	0	13941.07	111.60	0
Januari	0	1441.87	0	11441.23	120.53	0
Februari	0	1439.42	0	10571.90	116.93	0
Maret	0	1441.87	0	11284.99	116.06	0
Total	11521.58	18728.64	0	165171.31	1348.99	0

Dari Tabel 4.38 dapat diketahui bahwa waktu *losses* tertinggi yang terdapat pada mesin *carding cotton* 6 adalah waktu *reduced speed losses* yaitu sebesar 165171.31 menit. Penjelasan *time losses* pada mesin *carding cotton* 6 dapat dilihat pada Gambar 4.12.

Loading Time = 570240 menit	
Availability time = 539989,78 menit	Breakdown losses time = 11521,58menit, Setup And Adjustment losses = 18728,64 menit
Performance rate time = 374818,47 menit	Reduced Speed losses time = 165171,31 menit
Rate of quality = 373469,48 menit	Process Defect losses time = 1348,99 menit

Gambar 4.12 Time Losses Carding Cotton 6

Analisa terhadap *six big losses* pada mesin *carding cotton 6* dilakukan untuk mengetahui jumlah waktu pada masing-masing *losses* dalam mempengaruhi efektivitas penggunaan mesin *carding cotton 6* selama Maret 2013-Maret 2014. Total waktu *loading* pada mesin *carding cotton 6* selama Maret 2013-Maret 2014 adalah sebesar 570240 menit. Dari total waktu *loading* sebesar 570240 menit, waktu bersih yang tersedia untuk proses produksi sebesar 539989,78 menit. Hal ini disebabkan karena adanya *breakdown time* pada mesin *carding cotton 6* sebesar 11521,58 menit dan *setup and adjustment losses* sebesar 18728.64 menit. Dengan adanya *losses* pada *availability* tersebut sehingga berpengaruh pada waktu efektif *performance rate*. Nilai waktu *performance rate* yang seharusnya sebesar 539989,78 menit berubah menjadi sebesar 374818,47 menit. Hal ini dikarenakan adanya *reduced speed losses* sebesar 165171,31 menit. Besarnya nilai waktu yang digunakan untuk menghasilkan produk yang berkualitas (*rate of quality*) adalah sebesar 373469,48 menit. Hal ini dikarenakan adanya *time losses* pada *defect losses* sebesar 1348,99 menit.

c. Carding Cotton 12

Untuk mengetahui *losses* mana yang paling berpengaruh terhadap mesin *carding cotton 12* maka dilakukan rekap data hasil perhitungan *six big losses* pada mesin *carding cotton 12*. Besar persentase *losses* pada *carding cotton 12* dapat dilihat pada Tabel 4.39.

Tabel 4.39 Rekap Data Six Big Losses Carding Cotton 12 Maret 2013-Maret 2014

Periode	% Breakdown Losses	% Setup and Adjustment losses	% Idling and Minor Stoppage Losses	% Reduced Speed losses	% Quality Defect	% Yield Losses
Maret	39.78%	4.30%	0%	17.76%	0.14%	0%
April	0%	3.33%	0%	27.69%	0.23%	0%

Tabel 4.39 Lanjutan Rekap Data *Six Big Losses Carding Cotton* 12 Maret 2013-Maret 2014

Periode	% <i>Breakdown Losses</i>	% <i>Setup and Adjustment losses</i>	% <i>Idling and Minor Stoppage Losses</i>	% <i>Reduced Speed losses</i>	% <i>Quality Defect</i>	% <i>Yield Losses</i>
Mei	0%	3.23%	0%	26.85%	0.23%	0%
Juni	0%	3.33%	0%	37.18%	0.23%	0%
Juli	0%	3.23%	0%	28.25%	0.24%	0%
Agustus	12.90%	3.23%	0%	32.30%	0.18%	0%
September	0%	3.33%	0%	27.64%	0.23%	0%
Oktober	0%	3.23%	0%	30.26%	0.24%	0%
November	0%	3.33%	0%	31.34%	0.24%	0%
Desember	0%	3.23%	0%	31.21%	0.25%	0%
Januari	0%	3.23%	0%	25.63%	0.27%	0%
Februari	0%	3.57%	0%	26.22%	0.29%	0%
Maret	0%	3.23%	0%	25.28%	0.26%	0%

Dari Tabel 4.39 dapat dilihat persentase penyebab *losses* pada mesin *carding cotton* 12. Selanjutnya dilakukan perhitungan *time losses* dari persentase *losses* yang terdapat pada mesin *carding cotton* 12 untuk mengetahui total *time losses* yang ada pada mesin *carding cotton* 12. Untuk mengetahui *time losses* pada mesin *carding cotton* 12 maka dilakukan perhitungan dengan cara perkalian antara persentase pada masing-masing *losses* dengan waktu *loading*. Total waktu *loading* mesin *carding cotton* 12 adalah sebesar 570240 jam. Hasil perhitungan *time losses* pada mesin *carding cotton* 12 dapat dilihat pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40 Hasil Perhitungan *Time Losses* Pada Mesin *Carding Cotton* 12

Periode	<i>Breakdown Losses</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment losses</i> (menit)	<i>Idling and Minor Stoppage Losses</i> (menit)	<i>Reduced Speed losses</i> (menit)	<i>Quality Defect</i> (menit)	<i>Yield Losses</i> (menit)
Maret	17757.79	1919.52	0	7928.06	62.50	0
April	0	1438.56	0	11962.08	99.36	0
Mei	0	1441.87	0	11985.84	102.67	0
Juni	0	1438.56	0	16061.76	99.36	0
Juli	0	1441.87	0	12610.80	107.14	0
Agustus	5758.56	1441.87	0	14418.72	80.35	0
September	0	1438.56	0	11940.48	99.36	0
Oktober	0	1441.87	0	13508.06	107.14	0
November	0	1438.56	0	13538.88	103.68	0
Desember	0	1441.87	0	13932.14	111.60	0
Januari	0	1441.87	0	11441.23	120.53	0
Februari	0	1439.42	0	10571.90	116.93	0
Maret	0	1441.87	0	11284.99	116.06	0
Total	23516.35	19206.29	0	161184.96	1326.67	0

Dari Tabel 4.40 dapat diketahui bahwa waktu *losses* tertinggi yang terdapat pada mesin *carding cotton 12* adalah waktu *reduced speed losses* yaitu sebesar 161184.96 menit. Penjelasan *time losses* pada mesin *carding cotton 12* dapat dilihat pada Gambar 4.13.

Loading Time = 570240 menit	
Availability time = 527517.36 menit	Breakdown losses time = 23516.35 menit, Setup and adjustment losses = 19206.29 menit
Performance rate time = 366332.4 menit	Reduced Speed Losses = 161184.96 menit
Rate of quality time = 365005.73 menit	Process Defect losses time = 1326.67 menit

Gambar 4.13 Time Losses Carding Cotton 12

Analisa terhadap *six big losses* pada mesin *carding cotton 12* dilakukan untuk mengetahui jumlah waktu pada masing-masing *losses* dalam mempengaruhi efektivitas penggunaan mesin *carding cotton 12* selama Maret 2013-Maret 2014. Total waktu *loading* pada mesin *carding cotton 12* selama Maret 2013-Maret 2014 adalah sebesar 570240 menit. Diketahui total waktu *loading* sebesar 570240 menit, waktu bersih yang tersedia untuk proses produksi sebesar 527517,36 menit. Hal ini disebabkan karena adanya *breakdown time* pada mesin *carding cotton 12* sebesar 23516,35 menit dan *setup and adjustment losses* sebesar 19206,29 menit. Dengan adanya *breakdown time* dan *setup and adjustment time* tersebut sehingga berpengaruh pada waktu efektif *performance rate*. Nilai waktu *performance rate* yang seharusnya sebesar 527517,36 menit berubah menjadi sebesar 366332,4 menit yang tersedia untuk waktu bersih *performance rate*. Hal ini dikarenakan adanya *reduced speed losses* sebesar 161184,96 menit. Besarnya nilai waktu yang digunakan untuk menghasilkan produk yang berkualitas (*rate of quality*) adalah sebesar 365005,73 menit. Hal ini dikarenakan adanya *defect losses* sebesar 1326,67 menit.

4.3.3 FMEA (Failure Mode And Effect Analysis)

FMEA adalah suatu langkah-langkah yang digunakan mengidentifikasi sumber dan akar dari suatu penyebab kegagalan. FMEA digunakan untuk mengetahui kegagalan yang terjadi pada mesin *carding cotton*. FMEA didapatkan melalui *brainstorming* dengan

manajemen perawatan di Spinning B2. Hasil *brainstorming* FMEA pada mesin *carding cotton* dapat dilihat pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41 Hasil *Brainstorming Failure, Failure Mode, dan Failure Effect Carding Cotton*

No	Failure	Failure Mode	Failure effect
1	<i>Belt brush</i> sobek	<i>Lapping</i> material pada <i>belt brush</i>	Mesin stop selama 30 menit
2	<i>Belt coiler</i> putus	<i>Lapping sliver callender roll</i>	Mesin stop selama 30 menit
3	<i>Belt doffer</i> aus	<i>Sliver</i> sering putus	Mesin stop selama 30 menit
4	<i>Motor chutefeed</i> short	Putaran <i>bearing</i> berat	Mesin stop selama 2 jam
5	<i>Pressure error</i>	Selang buntu	Mesin stop selama 30 menit
6	Gear T 26 rusak	Putaran <i>Top flat</i> berat	Mesin stop selama 2,5 jam
7	<i>Belt brush T flat</i> aus	<i>Lapping</i> material di <i>brush</i>	Mesin stop selama 30 menit
8	PLC rusak	Fan elektrik mati	Mesin stop dan membahayakan keselamatan
9	<i>Seal beater</i> aus	<i>Lapping material</i> di <i>beater</i>	Kualitas rendah(Nep tinggi)
10	<i>Bearing</i> aus	Pelumasan tidak meresap	Mesin stop selama 3 jam
11	<i>Belt callender roll</i> putus	Putaran <i>callender</i> berat	Mesin stop selama 2 jam
12	<i>Belt beater</i> aus	Material tidak turun	Mesin stop selama 30 menit
13	<i>Brush doffer</i> rusak	<i>Lapping material</i> di <i>brush doffer</i>	<i>Sliver</i> tidak rata
14	<i>Brush</i> rusak	<i>Lapping web</i>	Mesin stop selama 2 jam
15	Hidroliis table tidak berfungsi	<i>Seal hidroliis</i> bocor	<i>Table web error</i>
16	<i>Bearing Top flat</i> seret	Terdapat kotoran pada <i>Bearing Top flat</i>	Mesin stop selama 1 jam
17	<i>Bearing chutefeed</i> aus	<i>Lapping material</i> pada <i>bearing</i>	Mesin stop selama 2 jam
18	<i>Belt brush</i> putus	Terdapat kotoran pada <i>belt brush</i>	Mesin stop selama 1 jam
19	<i>Motor doffer</i> retak	<i>Bearing</i> macet	Mesin stop selama 1 jam
20	<i>Seling coiler</i> putus	<i>Sensor coiler</i> tidak berfungsi	Kualitas produk rendah
21	Gearbox aus	<i>Lifetime</i> habis	Mesin stop selama 1 jam
		Putaran <i>Top flat</i> berat	Mesin stop selama 2,5 jam
22	<i>Wire cylinder</i> tumpul	<i>Lapping</i> pada <i>wire cylinder</i>	<i>Web</i> tidak rata

Dari Tabel 4.41 dapat dilihat ada beberapa *failure* pada mesin *carding cotton*.

Penjelasan mengenai *failure* pada mesin *carding cotton* sebagai berikut:

1. *Belt brush* sobek

Belt brush sobek disebabkan oleh setting *belt brush* tidak tepat. *Belt brush* sobek dapat menyebabkan mesin berhenti.

2. *Belt coiler* putus

Belt coiler putus disebabkan oleh *lapping sliver* di roll. Apabila *belt coiler* putus maka mesin akan mati selama 30 menit. Kerusakan pada *belt coiler* dikategorikan dalam *breakdown losses*.

3. *Belt doffer* aus

Belt doffer aus disebabkan oleh putaran *belt* yang berat dan komponen yang telah melewati masa *lifetime*. Apabila *belt doffer* aus dapat menyebabkan mesin stop selama 30 menit. Kerusakan ini dikategorikan *breakdown losses*.

4. *Motor chutefeed shoot*

Motor chutefeed berfungsi untuk menggerakkan *chutefeed*. Apabila *motor chutefeed short* disebabkan oleh putaran bearing yang berat. Apabila *motor chutefeed short* maka dapat menyebabkan mesin stop selama 2 jam. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

5. *Pressure error*

Pressure berfungsi untuk memberi tekanan selama proses produksi. *Pressure error* disebabkan oleh selang buntu. Apabila *pressure error* maka dapat menyebabkan mesin berhenti selama 30 menit. *Pressure error* dikategorikan dalam *breakdown losses*.

6. *Gear T 26 rusak*

Gear T 26 berfungsi sebagai penghubung antara *gearbox* dan *top flat*. Kerusakan pada *gear T 26* disebabkan oleh putaran *top flat* berat dan *gear* yang telah aus. Kerusakan pada *gear* dapat menyebabkan mesin stop selama 2,5 jam. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

7. *Belt brush T flat aus*

Belt brush T flat aus disebabkan karena adanya *lapping material* di *brush*. *Belt brush T flat* aus menyebabkan mesin berhenti selama 30 menit. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

8. *PLC rusak*

PLC rusak disebabkan oleh *fan elektrik* mati sehingga temperatur terlalu panas. Kerusakan pada *PLC* dapat menyebabkan mesin berhenti dan dapat membahayakan keselamatan operator.

9. *Seal beater aus*

Seal beater berfungsi menutup material agar tidak keluar dari *beater*. *Seal beater* aus disebabkan oleh *lapping material* di *beater*. *Seal beater* aus menyebabkan kontaktor dan *belt beater* rusak.

10. *Bearing aus*

Bearing aus disebabkan oleh pelumasan pada bearing yang tidak meresap. *Bearing* aus dapat menyebabkan mesin stop selama 3 jam. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

11. *Belt callender roll putus*

Belt callender roll putus disebabkan oleh putaran *callender roll* berat. Apabila *belt callender roll* putus maka dapat menyebabkan mesin mati selama 2 jam. Kerusakan ini dikategorikan pada *breakdown losses*.

12. *Belt beater* aus

Belt beater aus disebabkan oleh *lifetime* komponen yang sudah melewati batas. Apabila *belt beater* aus maka dapat menyebabkan mesin berhenti selama 30 menit. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

13. *Brush doffer* rusak

Brush doffer rusak karena adanya *lapping* dan *lifetime* komponen yang sudah melewati batas. Kerusakan pada *brush doffer* dapat menyebabkan *sliver* tidak rata. Kerusakan ini dikategorikan dalam *quality defet losses*.

14. *Brush* rusak

Brush rusak disebabkan oleh *lapping web*. Kerusakan pada *brush* menyebabkan mesin berhenti selama 2 jam. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

15. Hidrolis *table* tidak berfungsi

Hidrolis *table* berfungsi untuk membuka dan menutup tabel pada mesin *carding cotton*. Hidrolis *table* tidak berfungsi disebabkan oleh *seal hidrolis* bocor. Kerusakan pada hidrolis *table* menyebabkan *table web error*.

16. *Bearing top flat* seret

Bearing top flat seret disebabkan adanya kotoran *bearing top flat*. Apabila terjadi kerusakan pada *bearing top flat* maka dapat menyebabkan mesin berhenti selama 1 jam. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

17. *Bearing chutefeed* aus

Bearing chutefeed aus disebabkan oleh *lapping material* pada *bearing*. *Bearing chutefeed* aus menyebabkan mesin stop selama 2 jam. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

18. *Belt brush* putus

Belt brush putus disebabkan karena adanya kotoran pada *belt brush*. Apabila *belt brush* putus maka dapat menyebabkan mesin stop selama 1 jam. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

19. *Motor doffer* retak

Motor doffer berfungsi untuk menggerakkan *doffer*. *Motor doffer* retak disebabkan karena adanya *bearing macet*. Apabila terjadi gangguan pada *motor*

doffer maka menyebabkan mesin berhenti. Kegagalan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

20. *Seling coiler* putus

Seling coiler putus disebabkan oleh *sensor coiler* tidak berfungsi. Apabila *seling coiler* putus maka dapat menyebabkan kualitas produk rendah. Kerusakan ini dikategorikan dalam *quality losses*.

21. *Gearbox* aus

Gearbox aus disebabkan oleh *lifetime gearbox* yang telah habis dan putaran *top flat* berat. Putaran *top flat* berat disebabkan tidak adanya pelumasan pada *top flat*. *Gearbox* aus yang disebabkan oleh *lifetime* habis menyebabkan mesin berhenti selama 1 jam. *Gearbox* aus yang disebabkan putaran *top flat berat* dapat menyebabkan mesin stop selama 2,5 jam. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

22. *Wire cylinder* tumpul

Wire cylinder tumpul disebabkan oleh terdapatnya *lapping* pada *wire cylinder*. Hal ini menyebabkan *web* yang dihasilkan tidak rata. Kegagalan ini dikategorikan dalam *quality losses*.

Setelah diketahui semua kegagalan maka untuk menentukan komponen yang diprioritaskan melalui perhitungan nilai *risk priority number* yaitu kegagalan dengan nilai RPN tertinggi. Nilai RPN diperoleh setelah melakukan penilaian *severity*, *occurance* dan *detection* dari setiap kegagalan.

1. Penilaian *Severity*

Merupakan suatu langkah untuk menganalisis resiko yang disebabkan oleh suatu kegagalan. Dalam hal ini resiko yang disebabkan oleh kerusakan berupa lamanya *breakdown* mesin. Nilai *severity* didapatkan melalui *brainstorming* dengan pihak manajemen perawatan. Kriteria waktu *downtime* pada mesin *carding cotton* didapatkan melalui interpolasi lama *downtime* mesin *carding cotton*, dimana waktu *downtime* terendah yaitu 0 menit dan waktu *downtime* tertinggi 3 jam. Kriteria untuk penilaian *severity* pada mesin *carding cotton* dapat dilihat pada Tabel 4.42.

Tabel 4.42 Kriteria Penilaian *Severity* Pada Mesin *Carding Cotton*

Ranking	Akibat/ <i>Effect</i>	Kriteria Verbal	Akibat pada Produksi
1	Tidak Ada akibat	Tidak mengakibatkan apa-apa, tidak memerlukan penyesuaian	Proses berada dalam kendali tidak terjadi <i>breakdown</i> mesin

Tabel 4.42 Lanjutan Kriteria Penilaian *Severity* Pada Mesin *Carding Cotton*

Ranking	Akibat/ <i>Effect</i>	Kriteria Verbal	Akibat pada Produksi
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, hanya terjadi sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti. Akibat hanya dapat diketahui oleh operator yang berpengalaman	Proses berada dalam pengendalian, terjadi <i>breakdown</i> mesin 0–30 menit
3	Akibat ringan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, hanya ada sedikit gangguan. Akibat diketahui oleh rata-rata operator	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 30-60 menit
4	Akibat minor	Mesin tetap beroperasi dengan aman, namun terdapat gangguan kecil. Akibat diketahui oleh semua operator	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 60- 90 menit
5	Akibat moderat	Mesin tetap beroperasi normal, namun telah menimbulkan beberapa kegagalan produk. Operator merasa tidak puas karena tingkat kinerja berkurang	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 90-120 menit
6	Akibat signifikan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, tetap menimbulkan kegagalan produk. Operator merasa sangat tidak puas dengan kinerja mesin	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 120-150 menit
7	Akibat major	Mesin tetap beroperasi dengan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 150-180 menit
8	Akibat ekstrem	Mesin tidak dapat beroperasi dan telah kehilangan fungsi utamanya	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 180-210 menit
9	Akibat serius	Mesin gagal beroperasi, serta tidak sesuai dengan peraturan keselamatan kerja	Terjadi <i>breakdown</i> mesin selama 210-240 menit
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak dioperasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan secara tiba-tiba, dan hal ini bertentangan dengan peraturan keselamatan kerja	<i>Breakdown</i> mesin \geq 240 menit

Setelah menentukan kriteria maka menentukan nilai *severity* dari masing-masing *failure* pada mesin *carding cotton*. Nilai *severity* pada masing-masing *failure* dapat dilihat pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43 Penilaian *Severity Carding Cotton*

No	<i>Failure</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Severity</i>
1	<i>Belt brush</i> sobek	Mesin stop selama \pm 30 menit	3
2	<i>Belt coiler</i> putus	Mesin stop selama \pm 30 menit	3
3	<i>Belt doffer</i> aus	Mesin stop selama \pm 30 menit	3
4	<i>Motor chutefeed</i> short	Mesin stop selama \pm 2 jam	6
5	<i>Pressure error</i>	Mesin stop selama \pm 30 menit	3
6	Gear T 26 rusak	Mesin stop selama \pm 2,5 jam	7
7	<i>Belt brush T flat</i> aus	Mesin stop selama \pm 30 menit	3
8	PLC rusak	Mesin stop dan membahayakan keselamatan	10
9	<i>Seal beater</i> aus	Kualitas rendah(Nep tinggi)	5
10	<i>Bearing</i> aus	Mesin stop selama \pm 3 jam	10
11	<i>Belt callender roll</i> putus	Mesin stop selama \pm 2 jam	6
12	<i>Belt beater</i> aus	Mesin stop selama \pm 30 menit	3
13	<i>Brush doffer</i> rusak	<i>Sliver</i> tidak rata	5
14	<i>Brush</i> rusak	Mesin stop selama \pm 2 jam	6

Tabel 4.43 Lanjutan Penilaian *Severity Carding Cotton*

No	<i>Failure</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Severity</i>
15	Hidrolis <i>table</i> rusak	<i>Table web error</i>	8
16	<i>Bearing Top flat</i> seret	Mesin stop selama \pm 1 jam	4
17	<i>Bearing chute</i> feed aus	Mesin stop selama \pm 2 jam	6
18	<i>Belt brush</i> putus	Mesin stop selama \pm 1 jam	4
19	<i>Motor doffer</i> retak	Mesin stop selama \pm 1 jam	4
20	<i>Seling coiler</i> putus	<i>Reused waste</i> tinggi	3
21	<i>Gearbox</i> aus	Mesin stop selama \pm 1 jam	4
		Mesin stop selama 2,5 jam	7
22	<i>Wire cylinder</i> tumpul	<i>Web</i> tidak rata	3

Dari Tabel 4.43 dapat diketahui bahwa nilai *severity* tertinggi yaitu pada kegagalan nomor 8 yaitu PLC rusak.

2. Penilaian *Occurance*

Occurance merupakan kemungkinan bahwa penyebab tersebut terjadi dan menyebabkan bentuk kegagalan tersebut terjadi. Nilai *occurance* pada mesin *carding cotton* didapatkan melalui *brainstorming* dengan pihak manajemen perawatan. Kriteria untuk penilaian *occurance* dapat dilihat Tabel 4.44.

Tabel 4.44 Kriteria Penilaian *Occurance* Pada *Carding Cotton*

Ranking	Kejadian	Kriteria Verbal	Tingkat Kejadian Kegagalan
1	Hampir tidak pernah terjadi	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	Lebih dari 10000 jam operasi mesin
2	Remote	Kerusakan jarang terjadi	6001-10000 jam operasi mesin
3	Sangat sedikit	Kerusakan yang terjadi sangat sedikit	3001-6000 jam operasi mesin
4	Sedikit	Kerusakan yang terjadi sedikit	2001-3000 jam operasi
5	Rendah	Kerusakan yang terjadi pada tingkat rendah	1001-2000 jam operasi mesin
6	Medium	Kerusakan yang terjadi pada tingkat medium	401-1000 jam operasi mesin
7	Agak tinggi	Kerusakan yang terjadi agak tinggi	101-400 jam operasi mesin
8	Tinggi	Kerusakan yang terjadi tinggi	11-100 jam operasi mesin
9	Sangat tinggi	Kerusakan yang terjadi sangat tinggi	2-10 jam operasi mesin
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	Kurang dari 2 jam operasi mesin

Setelah menentukan kriteria maka menentukan nilai *occurance* dari masing-masing *failure* pada mesin *carding cotton*. Nilai *occurance* pada masing-masing *failure* dapat dilihat pada Tabel 4.45.

Tabel 4.45 Penilaian *Occurance Carding Cotton*

No	<i>Failure</i>	Frekuensi kejadian	<i>Occurance</i>
1	<i>Belt brush</i> sobek	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
2	<i>Belt coiler</i> putus	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
3	<i>Belt doffer</i> aus	\pm 192 jam operasi mesin	7

Tabel 4.45 Lanjutan Penilaian *Occurance Carding Cotton*

No	Failure	Frekuensi kejadian	<i>Occurance</i>
4	<i>Motor chutefeed shoot</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
5	<i>Pressure error</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
6	Gear T 26 rusak	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
7	<i>Belt brush T flat aus</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
8	PLC rusak	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
9	<i>Seal beater aus</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
10	<i>Bearing aus</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
11	<i>Belt callender roll putus</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
12	<i>Belt beater aus</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
13	<i>Brush doffer rusak</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
14	<i>Brush rusak</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
15	Hidroliis tabel tidak berfungsi	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
16	<i>Bearing Top flat seret</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
17	<i>Bearing chutefeed aus</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
18	<i>Belt brush putus</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
19	<i>Motor doffer retak</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
20	<i>Seling coiler putus</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
21	<i>Gearbox aus</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1
		± 2880 jam	4
22	<i>Wire cylinder tumpul</i>	Lebih dari 10000 jam operasi mesin	1

Dari Tabel 4.45 dapat diketahui bahwa nilai *occurance* tertinggi terdapat pada kegagalan pada komponen *belt doffer* yang bernilai 7.

3. Penilaian *Detection*

Detection adalah suatu penilaian terhadap kemampuan untuk mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang akan terjadi. Nilai *detection* didapatkan dari *brainstorming* dengan pihak manajemen perawatan. Kriteria penilaian *detection* pada mesin *carding cotton* dapat dilihat pada Tabel 4.46.

Tabel 4.46 Kriteria Penilaian *Detection*

Ranking	Akibat	Kriteria verbal
1	Hampir pasti	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure mode</i>
		Dapat diketahui jauh hari sebelum aktivitas dilakukan
		Operator hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan
2	Sangat tinggi	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure mode</i>
		Dapat diketahui jauh hari sebelum aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan tinggi
3	Tinggi	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure mode</i>
		Dapat diketahui jauh hari sebelum aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan tinggi
4	Moderately high	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure</i>
		Dapat diketahui saat aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan moderately high
5	Moderate	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure</i>
		Dapat diketahui saat aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi terjadinya kegagalan moderate
6	Rendah	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure</i>
		Dapat diketahui saat aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi terjadinya kegagalan rendah
7	Sangat rendah	Terjadinya kegagalan diketahui dari <i>failure effect</i>
		Dapat diketahui setelah aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan sangat rendah
8	Remote	Terjadinya kegagalan diketahui dari <i>failure effect</i>
		Dapat diketahui setelah aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan "remote"
9	Very Remote	Terjadinya kegagalan diketahui dari <i>failure effect</i>
		Dapat diketahui setelah aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan "very remote"
10	Tidak pasti	Terjadinya kegagalan diketahui dari <i>failure effect</i>
		Dapat diketahui setelah aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan tidak pasti

Setelah menentukan kriteria pada penilaian *detection* maka menentukan nilai *detection* dari masing-masing *failure* pada mesin *carding* cotton. Nilai *detection* pada masing-masing *failure* dapat dilihat pada Tabel 4.47

Tabel 4.47 Penilaian *Detection Carding Cotton*

No	<i>Failure</i>	Deteksi	<i>Detection</i>
1	<i>Belt brush</i> sobek	Deteksi dari <i>failure mode</i> yaitu <i>lapping</i> material	3
2	<i>Belt coiler</i> putus	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu pada saat mesin berhenti	8
3	<i>Belt doffer</i> aus	Deteksi dari <i>failure mode</i> yaitu <i>sliver</i> sering putus	3
4	<i>Motor chutefeed</i> short	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu setelah mesin stop	8
5	<i>Pressure error</i>	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu pada saat mesin berhenti	8
6	Gear T 26 rusak	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu pada saat mesin berhenti	10
7	<i>Belt brush T flat</i> aus	Diketahui dari <i>failure effect</i> setelah mesin berhenti	8
8	PLC rusak	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu setelah mesin berhenti	10

Tabel 4.47 Lanjutan Penilaian *Detection Carding Cotton*

No	Failure	Deteksi	Detection
9	Seal beater aus	Deteksi dari <i>failure mode</i> yaitu <i>lapping</i> material di seal beater	2
10	Bearing aus	Deteksi dari <i>failure mode</i> yaitu adanya bunyi	3
11	Belt callender roll putus	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu pada saat mesin stop	8
12	Belt beater aus	Deteksi dari <i>failure mode</i> yaitu pada saat material tidak turun	3
13	Brush doffer rusak	Deteksi dari <i>failure mode</i> yaitu <i>lapping</i> pada <i>brush doffer</i>	3
14	Brush rusak	Deteksi dari <i>failure mode</i> yaitu <i>lapping web</i>	3
15	Hidrolis table tidak berfungsi	Deteksi dari <i>failure</i> yaitu saat hidrolis <i>table</i> tidak berfungsi	5
16	Bearing Top flat seret	Pada saat <i>top flat</i> tidak jalan	10
17	Bearing chutefeed aus	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu pada saat mesin mati	10
18	Belt brush putus	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu pada saat mesin mati	10
19	Motor doffer retak	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu setelah mesin mati	10
20	Seling coiler putus	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu output produk	10
21	Gearbox aus	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu setelah mesin mati	10
		Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu setelah mesin mati	10
22	Wire cylinder tumpul	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu setelah banyak <i>web</i> yang tidak rata.	7

Dari Tabel 4.47 dapat diketahui beberapa nilai *detection* yang terendah terdapat pada *failure* nomor 9.

4. Perhitungan *Risk Priority Number*(RPN)

Risk Priority Number digunakan untuk menentukan komponen yang diprioritaskan. *Risk Priority Number* didapatkan dari hasil perkalian antara nilai *severity*, *occurance* dan *detection* pada masing-masing *failure*. Hasil perhitungan *risk priority number* pada mesin *carding cotton* dapat dilihat pada Tabel 4.48.

Tabel 4.48 Hasil Perhitungan *Risk Priority Number Carding Cotton*

No	Failure	Failure Mode	Failure effect	S	O	D	RPN
1	Belt brush sobek	Setting brush tidak tepat	Mesin stop selama 30 menit	3	1	3	9
2	Belt coiler putus	Lapping sliver callender roll	Mesin stop selama 30 menit	3	1	8	24
3	Belt doffer aus	Putaran doffer berat	Mesin stop selama 30 menit	3	7	3	63
4	Motor chutefeed short	Putaran bearing berat	Mesin stop selama 2 jam	6	1	8	48
5	Pressure error	Selang buntu	Mesin stop selama 30 menit	3	1	8	24

Tabel 4.48 Lanjutan Hasil Perhitungan *Risk Priority Number Carding Cotton*

No	Failure	Failure Mode	Failure effect	S	O	D	RPN
6	Gear T 26 rusak	Putaran <i>Top flat</i> berat	Mesin stop selama 2,5 jam	7	1	10	70
7	<i>Belt brush T flat</i> aus	Lapping material di <i>brush</i>	Mesin stop selama 30 menit	3	1	8	24
8	PLC rusak	Fan elektrik mati	Mesin stop dan membahayakan keselamatan	10	1	10	100
9	<i>Seal beater</i> aus	<i>Lapping material di beater</i>	Kualitas rendah (Nep tinggi)	5	1	2	10
10	<i>Bearing</i> aus	Pelumasan tidak meresap	Mesin stop selama 3 jam	10	1	3	30
11	<i>Belt callender roll</i> putus	Putaran callender berat	Mesin stop selama 2 jam	6	1	8	48
12	<i>Belt beater</i> aus	Lifetime sudah lewat	Mesin stop selama 30 menit	3	1	3	9
13	<i>Brush doffer</i> rusak	<i>Lapping material di brush doffer</i>	<i>Sliver</i> tidak rata	5	1	3	15
14	<i>Brush</i> rusak	<i>Lapping web</i>	Mesin stop selama 2 jam	6	1	3	18
15	Hidrolis tabel tidak berfungsi	<i>Seal hidrolis</i> bocor	<i>Table web error</i>	8	1	5	40
16	<i>Bearing Top flat</i> seret	Terdapat kotoran pada <i>Bearing Top flat</i>	Mesin stop selama 1 jam	4	1	10	40
17	<i>Bearing chute feed</i> aus	Lapping material pada <i>bearing</i>	Mesin stop selama 2 jam	6	1	10	60
18	<i>Belt brush</i> putus	Terdapat kotoran pada <i>belt brush</i>	Mesin stop selama 1 jam	4	1	10	40
19	<i>Motor doffer</i> retak	<i>Bearing</i> macet	Mesin stop selama 1 jam	4	1	10	40
20	<i>Seling coiler</i> putus	<i>Sensor coiler</i> tidak berfungsi	Kualitas produk rendah	3	1	10	30
21	<i>Gearbox</i> aus	<i>Lifetime</i> habis	Mesin stop selama 1 jam	4	1	10	40
		Putaran <i>Top flat</i> berat	Mesin stop selama 2,5 jam	7	4	10	280
22	<i>Wire cylinder</i> tumpul	Lapping pada <i>wire cylinder</i>	<i>Web</i> tidak rata	3	1	7	21

Dari Tabel 4.48 dapat diketahui nilai *risk priority number* tertinggi terdapat pada *failure* no 21 yaitu *gearbox* aus. Nilai RPN ≥ 100 yaitu *failure* pada nomor 8 yaitu PLC rusak dan nomor 21 yaitu *gearbox* aus yang disebabkan putaran *top flat* berat.

4.3.4 Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan dilakukan pada kegagalan dengan nilai *risk priority number* (RPN) ≥ 100 . Menurut Sansli (2007) apabila nilai RPN ≥ 100 berarti kegagalan tersebut beresiko sehingga perlu segera diatasi. Pada perhitungan *risk priority number* terdapat 2 kegagalan yang bernilai ≥ 100 yaitu kegagalan nomor 8 dan 21. Rekomendasi

perbaikan diberikan berdasarkan konsep pilar TPM. Letak komponen PLC dan *gearbox* pada mesin *carding cotton* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Letak Komponen PLC dan *Gearbox* Pada Mesin *Carding Cotton*

Rekomendasi perbaikan dapat dilihat pada Tabel 4.49 (halaman 86). Dari Tabel 4.49 dapat dijabarkan penjelasan mengenai rekomendasi perbaikan pada komponen yang diprioritaskan.

1. PLC rusak

Pada komponen PLC yang mengalami kerusakan diberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan konsep pilar TPM yaitu:

- a. 5-S

Pada pilar 5-S operator melakukan pembersihan rutin pada kipas *fan* elektrik agar tidak ada kotoran menempel pada kipas *fan elektrik* sehingga dapat berjalan lancar dan PLC tetap dalam kondisi normal atau tidak panas.

- b. *Autonomous Maintenance*

Pada pilar *autonomous maintenance* operator melakukan pemeliharaan mandiri. Pemeliharaan mandiri yang dapat dilakukan operator pada komponen PLC yaitu melakukan pembersihan *fan elektrik*, pengecekan kondisi PLC setiap hari untuk menjaga kondisi mesin.

- c. *Planned Maintenance*

Pada pilar *planned maintenance* rekomendasi yang diberikan adalah manajemen perawatan sebaiknya melakukan *predictive maintenance* yaitu mencegah terjadinya kerusakan pada PLC. Dengan demikian kondisi PLC tetap optimal dan berjalan standar.

d. *Training*

Pada pilar *training* rekomendasi yang diberikan adalah agar manajemen perawatan memberikan latihan khusus dan rutin kepada operator perawatan. Manajemen perawatan memberikan pelatihan agar operator perawatan dapat mengetahui bagaimana penggunaan RTD (*Resistant Temperature Detector*) dan tindakan apa saja yang perlu dilakukan ketika terjadi kerusakan pada PLC.

e. *Safety, Healthy and Environment*

Pada pilar ini diberikan rekomendasi perbaikan agar setiap operator menggunakan semua perlengkapan dan peralatan kerja yang tepat dan aman selama jam kerja serta memastikan kondisi lingkungan kerja dalam kondisi yang aman untuk para operator dalam melakukan aktivitasnya. Dengan demikian kecelakaan dapat dihindari.

f. *Quality Maintenance*

Pada pilar *quality maintenance* diberikan rekomendasi perbaikan agar manajemen perawatan menggunakan *resistant temperature detector* pada PLC. *Resistant temperature detector* merupakan suatu alat yang digunakan untuk dapat mendeteksi suhu. *Resistant temperature detector* akan diprogram ke dalam komputer, program, yang telah dibuat akan diinputkan ke dalam PLC dan di dalam PLC inputan tersebut akan diubah menjadi skala nilai suhu. Dengan adanya program tersebut maka dapat beroperasi otomatis, pada saat suhu PLC mencapai yang ditetapkan *power* utama PLC akan mati sehingga tidak menyebabkan kerusakan.

2. *Gearbox* aus

Pada komponen *gearbox* aus diberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan konsep pilar TPM yaitu sebagai berikut:

a. *Autonomous Maintenance*

Pada pilar *autonomous maintenance* operator melakukan pemeliharaan mandiri pada komponen *gearbox aus* yang disebabkan *lifetime* habis dengan melakukan penggantian *sparepart* mesin secara teratur. Pada komponen *gearbox* aus yang disebabkan karena putaran *top flat* berat operator perlu melakukan pelumasan secara teratur.

b. *Planned Maintenance*

Pada pilar *planned maintenance* diberikan rekomendasi perbaikan agar manajemen perawatan melakukan *predictive maintenance* yaitu mencegah terjadinya kerusakan pada *gearbox*.

c. *Training*

Pada pilar ini diberikan rekomendasi agar manajemen perawatan memberikan latihan (*training*) kepada operator perawatan tentang penggunaan *proximity sensor* dan pemeriksaan pelumas *top flat*. *Proximity sensor* dapat digunakan sebagai alat deteksi berdasarkan jumlah putaran dari *gearbox*.

d. *Safety, Health, and Enviroment*

Pada pilar direkomendasikan agar manajemen memastikan setiap operator menggunakan semua perlengkapan selama berada di lokasi produksi serta memastikan lingkungan tempat aktivitas produksi berlangsung aman dan jauh dari bahaya yang dapat mengancam keselamatan. Manajemen juga perlu memastikan setiap peralatan yang digunakan dalam kondisi yang aman sehingga tidak membahayakan operator ketika melakukan aktivitas perbaikan maupun penggantian.

e. *Quality maintenance*

Pada pilar ini diberikan rekomendasi agar manajemen menggunakan *proximity sensor*. *Proximity sensor* dapat digunakan sebagai alat deteksi berdasarkan jumlah putaran dari *gear*. Dengan demikian terjadinya kerusakan pada *gearbox* dapat segera diketahui dan dapat dilakukan penggantian *gearbox*. *Proximity sensor* akan dipasang pada komponen *gearbox* pada saat overhaul pertama, pada saat terjadi kerusakan *gearbox* aus maka akan muncul jumlah putaran *gearbox*

4.4 Analisis dan Pembahasan

Analisis dari hasil pengolahan data pada nilai *overall equipment effectiveness*, *six big losses*, dan nilai *risk priority number*. Pembahasan dilakukan untuk menentukan strategi perawatan terkait dengan komponen yang diprioritaskan.

1. Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Analisis nilai OEE dilakukan untuk mengetahui apa yang menyebabkan nilai OEE pada mesin *cardingcotton* di bawah standar yang ditetapkan JIPM. Secara

umum nilai OEE pada mesin *carding cotton* masih jauh dibawah standar JIPM.

Berikut penjelasan mengenai analisis OEE:

a. *Carding cotton 5*

Nilai rata-rata OEE mesin *carding cotton 5* adalah sebesar yaitu sebesar 63,75% (pada Tabel 4.15). Nilai OEE terendah mesin *carding cotton 5* terdapat pada bulan Juli 2013. Hal ini disebabkan nilai *availability rate* mesin pada bulan Juli 2013 sangat rendah. Nilai *availability rate* mesin sangat rendah karena seringnya terjadi *downtime* pada mesin. Nilai OEE rendah juga dikarenakan nilai *performance rate* mesin yang masih dibawah standar. Hal ini disebabkan oleh operator kurang mengetahui kecepatan optimal dari mesin tersebut. Kecepatan optimal mesin yang seharusnya 100 meter/menit, tetapi pada bulan tersebut operator hanya mengoperasikan mesin dengan kecepatan 80 meter/menit. Nilai OEE mesin *carding cotton 5* masih jauh di bawah standar yang ditetapkan oleh JIPM.

b. *Carding cotton 6*

Nilai rata-rata OEE mesin *carding cotton 6* adalah sebesar 68,81% (pada Tabel 4.16). Nilai OEE terendah mesin *carding cotton 6* terdapat pada bulan Maret 2013. Hal ini disebabkan nilai *performance rate* yang sangat rendah pada bulan tersebut. Nilai *performance rate* yang rendah disebabkan oleh operator tidak mengetahui kecepatan optimal dari mesin tersebut. Kecepatan optimal mesin *carding cotton* seharusnya 100 meter/menit, tetapi operator hanya mengoperasikan mesin tersebut dengan kecepatan 80 meter/menit. Nilai rata-rata OEE mesin *carding cotton 6* masih jauh di bawah standar yang ditetapkan JIPM.

c. *Carding cotton 12*

Nilai rata-rata OEE terendah terdapat pada mesin *carding cotton 12* adalah sebesar 67,32% (pada Tabel 4.17). Nilai terendah OEE *carding cotton 12* terendah terdapat pada bulan Maret 2013. Hal ini disebabkan nilai *availability rate* mesin pada bulan tersebut sangat rendah. Nilai *availability rate* sangat rendah dikarenakan oleh seringnya terjadi *breakdown* pada mesin *carding cotton 12* pada bulan tersebut. Nilai OEE rendah juga dikarenakan oleh rendahnya nilai *performance rate*. Hal ini

dikarenakan mesin beroperasi dibawah kecepatan optimal karena operator kurang memahami kecepatan optimal dari mesin.

2. Analisis *Six Big Losses*

Analisis *six big losses* dilakukan untuk mengetahui *losses* yang paling berpengaruh terhadap mesin *carding cotton*. Untuk penjelasan lebih lanjut dapat dilihat berikut:

a. *Carding cotton 5*

Losses terbesar pada mesin *carding cotton 5* (dapat dilihat pada Tabel 4.36) adalah *reduced speed losses*. Hal ini dikarenakan pada kecepatan yang digunakan tidak sesuai dengan kecepatan optimal mesin *carding cotton 5*. Pada *breakdown losses* yang terbesar adalah pada bulan Juli 2013 karena pada bulan tersebut sangat sering terjadi *breakdown* mesin. Nilai *setup and adjustment losses* pada mesin *carding cotton 5* terbesar pada bulan Juli karena pada periode tersebut terjadi *downtime* mesin dan perbaikan menyeluruh (*overhaul*) sehingga membutuhkan waktu *setup* mesin yang banyak. Nilai *idling and minor stoppage losses* sebesar 0% karena waktu *non productive* mesin tidak ada. Apabila terjadi pemadaman listrik, perusahaan memiliki pembangkit listrik tersendiri sehingga tidak mengganggu aktivitas produksi. Nilai *quality defect* terbesar pada bulan Februari 2014. Sedangkan untuk nilai *yield losses* sebesar 0% dikarenakan tidak ada input produk selama proses percobaan sampai mesin beroperasi dengan stabil .

b. *Carding cotton 6*

Losses terbesar pada mesin *carding cotton 6* (dapat dilihat pada Tabel 4.38) adalah *reduced speed losses*. Hal ini dikarenakan pada kecepatan yang digunakan tidak sesuai dengan kecepatan optimal mesin *carding cotton 6*. Pada *breakdown losses* yang terbesar adalah pada bulan Maret 2013 yaitu sebesar 25,81%. Nilai *setup and adjustment losses carding cotton 6* yang besar disebabkan karena mesin memerlukan waktu 24 jam agar penyesuaian sampai mesin beroperasi dengan stabil setelah melakukan perbaikan menyeluruh (*overhaul*). Nilai *idling and minor stoppage losses* sebesar 0% karena waktu *non productive* mesin tidak ada. Apabila terjadi pemadaman listrik, perusahaan memiliki pembangkit listrik tersendiri sehingga tidak mengganggu aktivitas produksi. Nilai

quality defect terbesar pada bulan Februari 2014. Sedangkan untuk nilai *yield losses* sebesar 0% dikarenakan tidak ada input produk selama proses percobaan sampai mesin beroperasi dengan stabil.

c. *Carding cotton 12*

Pada mesin *carding cotton 12* (pada Tabel 4.40) *losses* terbesar terdapat pada *reduced speed losses*. *Reduced speed losses* sangat tinggi diakibatkan oleh mesin beroperasi tidak pada kecepatan optimal serta tingginya *breakdown* pada mesin tersebut. *Breakdown losses* terbesar pada mesin *carding cotton 12* terdapat pada bulan Maret 2013 yaitu sebesar 39,78%. Hal ini disebabkan karena mesin *carding cotton 12* pada bulan Maret 2013 sering mengalami kerusakan. Nilai *setup and adjustment losses* pada mesin *carding cotton 12* yang besar disebabkan karena mesin perlu melakukan penyesuaian selama 24 jam setelah melakukan perbaikan menyeluruh (*overhaul*). Nilai *idling and minor stoppage losses* sebesar 0% karena waktu *non productive* mesin tidak ada. Apabila terjadi pemadaman listrik, perusahaan memiliki pembangkit listrik tersendiri sehingga tidak mengganggu aktivitas produksi. Nilai *quality defect* terbesar pada bulan Februari 2014. Sedangkan untuk nilai *yield losses* sebesar 0% dikarenakan tidak ada input produk selama proses percobaan sampai mesin beroperasi dengan stabil.

3. Analisis FMEA

Analisis FMEA dilakukan untuk menentukan komponen yang diprioritaskan pada perawatan. Pemilihan komponen yang diprioritaskan berdasarkan nilai *risk priority number* tertinggi (RPN bernilai ≥ 100). Nilai *risk priority number* didapatkan melalui perkalian antara *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan 2 kegagalan dengan nilai di atas 100 yaitu *failure* nomor 8 dan 21.

a. Kegagalan nomor 8

Kegagalan nomor 8 disebabkan tingginya nilai dari *severity* dan *detection*. Nilai *severity* yang tinggi menunjukkan bahwa pengaruh dari kegagalan tersebut sangat berbahaya, sedangkan nilai *detection* yang tinggi menunjukkan bahwa operator tidak dapat memperkirakan kapan terjadinya kerusakan, sehingga kerusakan diketahui setelah mesin berhenti.

b. Kegagalan nomor 21

Kegagalan nomor 21 disebabkan karena nilai *severity* yang sangat tinggi serta nilai *detection* tinggi. Nilai *detection* yang sangat tinggi menunjukkan bahwa kerusakan diketahui setelah mesin berhenti. Nilai *severity* yang tinggi menunjukkan bahwa pengaruh dari kegagalan tersebut sangat merugikan.

4. Pembahasan

Pembahasan dilakukan untuk menentukan strategi perawatan yang tepat terkait dengan komponen yang diprioritaskan. Komponen yang diprioritaskan yaitu komponen yang memiliki nilai RPN ≥ 100 . Berikut penjelasan mengenai strategi perawatan yang disarankan pada komponen yang diprioritaskan yaitu:

a. Kegagalan nomor 8

Kegagalan nomor 8 yaitu PLC rusak. Nilai RPN yang tinggi pada kegagalan nomor 8 disebabkan tingginya nilai *severity* dan *detection*. Nilai *severity* yang tinggi menunjukkan bahwa pengaruh dari kegagalan tersebut sangat berbahaya, sedangkan nilai *detection* sangat tinggi menunjukkan bahwa operator tidak dapat memperkirakan kapan terjadinya kerusakan, sehingga kerusakan diketahui setelah mesin berhenti. Untuk menghadapi kegagalan tersebut maka diterapkan *predictive maintenance*. Manajemen perawatan sebaiknya menggunakan *resistant temperature detector* untuk mendeteksi suhu pada PLC sebelum suhu pada PLC tersebut menjadi sangat panas.

b. Kegagalan nomor 21

Kegagalan nomor 21 yaitu *gearbox* aus. Nilai RPN yang tinggi pada kegagalan nomor 21 disebabkan karena nilai *severity* dan *detection* yang tinggi sehingga manajemen perawatan sebaiknya menggunakan *predictive maintenance* yaitu mencegah kerusakan komponen *gearbox*. Operator dapat menggunakan *proximity sensor* sebagai sensor pada *gearbox* sebelum terjadinya kerusakan. *Proximity sensor* berfungsi untuk mendeteksi kerusakan pada *gearbox* berdasarkan jumlah putaran *gear* tersebut.

Tabel 4.49 Rekomendasi Perbaikan

No	Failure	5s	Autonomous Maintenance	Planned Maintenance	Training	Office TPM	Safety, Health and Environment	Quality Maintenance	Kaizen
1	PLC panas	Melakukan pembersihan pada fan elektrik	Melakukan pemeliharaan mandiri pada komponen PLC	Melakukan predictive maintenance	Pelatihan operator perawatan dalam hal penggunaan PLC dan RTD		Operator menggunakan peralatan dan perlengkapan yang tepat	Menggunakan RTD (Resistant Temperatur Detector)	
2	Gearbox aus		Melakukan pemeliharaan mandiri pada komponen gearbox dan top flat	Melakukan predictive maintenance	Pelatihan operator perawatan tentang penggunaan proximity sensor dan top flat		Operator menggunakan peralatan dan perlengkapan yang tepat	Menggunakan proximity sensor	

BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan diberikan uraian penjelasan dari pengolahan data yang dilakukan dapat berupa kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran perbaikan pada perusahaan tentang masalah yang dihadapi.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan maka didapatkan beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata *availability* pada mesin *carding cotton* 5 sebesar 91%, *carding cotton* 6 sebesar 98,01%, *carding cotton* 12 sebesar 95,95%. Nilai rata-rata *availability rate* *carding cotton* 5, 6, dan 12 telah memenuhi standar yang ditetapkan JIPM(*Japan Institute of Plant Manufacturing*). Nilai rata-rata *performance rate* pada *carding cotton* 5, 6, dan 12 adalah sebesar 70,45%. Nilai rata-rata *performance rate* pada *carding cotton* 5, 6 dan 12 masih dibawah standar yang ditetapkan JIPM(*Japan Institute of Plant Manufacturing*). Nilai rata-rata *rate of quality* pada mesin *carding cotton* sebesar 99,66%. Nilai rata-rata *rate of quality* pada mesin *carding cotton* telah memenuhi standar yang ditetapkan JIPM(*Japan Institute of Plant Manufacturing*). Nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness(OEE)* pada Maret 2013-Maret 2014 mesin *carding cotton* 5 sebesar 63,75%, *carding cotton* 6 sebesar 68,81% dan *carding cotton* 12 sebesar 67,32%. Nilai OEE masih dibawah standar yang ditetapkan JIPM(*Japan Institute of Plant Manufacturing*).
2. Nilai *Losses* terbesar pada mesin *carding cotton* 5,6 dan 12 terdapat pada *reduced speed losses*.
 - a. Nilai total *time losses* pada *breakdown losses* mesin *carding cotton* 5 sebesar 53877.46 menit, nilai *time losses* pada *setup and adjustment losses* sebesar 20767,97 menit, nilai *time losses* pada *idling and minor stoppage losses* sebesar 0 menit, nilai *time losses reduced speed losses* sebesar 151965.22 menit, nilai *time losses* pada *quality defect* sebesar 1247.47 menit dan nilai *time losses* pada *yield losses* sebesar 0 menit.
 - b. Nilai total *time losses* pada *breakdown losses* mesin *carding cotton* 6 sebesar 11521,58 menit, nilai *time losses* pada *setup and adjustment losses* sebesar 18728.64 menit, nilai *time losses* pada *idling and minor stoppage losses* sebesar 0

menit, nilai *time losses reduced speed losses* sebesar 165171.31 menit , nilai *time losses* pada *quality defect* sebesar 1348,99 menit dan nilai *time losses* pada *reduced yield losses* sebesar 0 menit.

c. Nilai total *time losses breakdown losses* pada mesin *carding cotton 12* sebesar 23516.35 menit, nilai *time losses* pada *setup and adjustment losses* sebesar 19206.28 menit, nilai *time losses* pada *idling and minor stoppage losses* sebesar 0 menit, nilai *time losses reduced speed losses* sebesar 161184.96 menit , nilai *time losses* pada *quality defect* sebesar 1326.67 menit dan nilai *time losses* pada *yield losses* sebesar 0 menit.

3. Terdapat 22 kegagalan yang terdapat pada mesin *carding cotton*. Terdapat 2 kegagalan yang memiliki nilai RPN ≥ 100 yaitu kegagalan pada PLC rusak(nomor 8) bernilai 100 dan *gearbox* aus(nomor 21) bernilai 280.

5.2 Saran

Adapun saran perbaikan yang diberikan dari penelitian ini kepada perusahaan yaitu sebagai berikut:

1. Perusahaan perlu menerapkan *predictive maintenance* yaitu dengan menambahkan *resistant temperature detector* (RTD) pada komponen PLC dan *proximity sensor* pada komponen *gearbox* untuk mencegah terjadinya kerusakan pada komponen tersebut.
2. Perusahaan perlu menerapkan TPM untuk mengurangi *losses* yang ada pada mesin *carding cotton*.

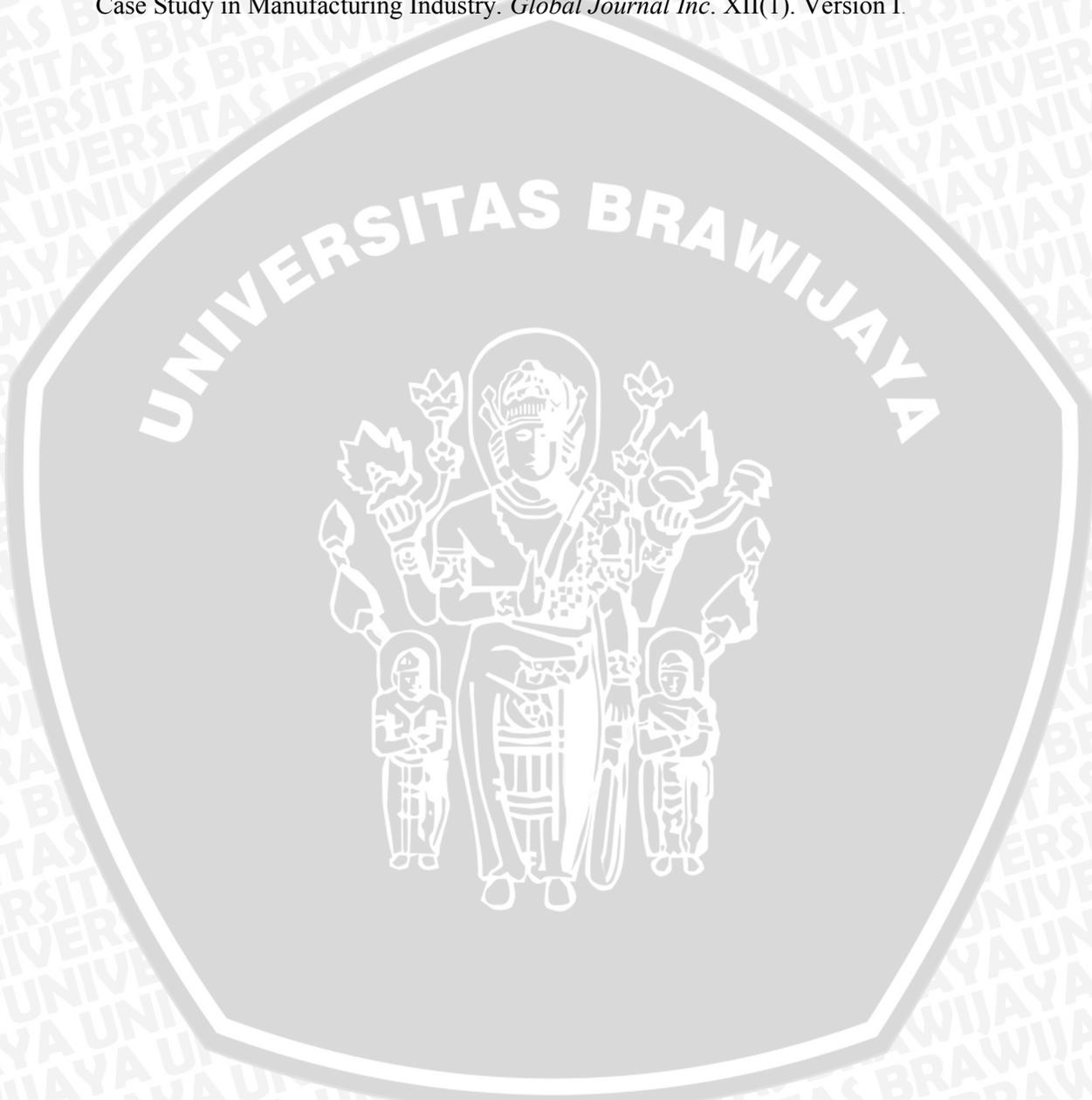
DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Herry P. 2008. *Manajemen Pemeliharaan*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar UMB. Jakarta: Universitas Mercu Buan.
- Assauri, Sofjan. 1980. *Manajemen Produksi*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Chang, Kuei-Hu. 2009. *Evaluate The Orderings Of Risk For Failure Problems Using A More General RPN Methodology*. Journal of Microelectronics Reliability. XXXXIX(1586-1596).
- Corder, Anthony & Kusnul Hadi. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Hasriyono, Miko. 2009. *Evaluasi Efektivitas Mesin dengan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM)*. Skripsi tidak dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Hutagaol, J. Henry. 2009. *Penerapan Total Productive Maintenance untuk Peningkatan Efisiensi Produksi Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness*. Skripsi tidak dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Nakajima, Seiichi. 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance*. 1st Edition. Productivity Press, Inc. Cambridge, Massachussets.
- Nebl and Preuss. 2006. *Theodor and Henning puess, anlagenwirtschaft, oldenbourg verlag*.
http://www.emeraldinsight.com/content_images/fig/1060230501011.png(diakses tanggal 14 April 2014)
- Nugroho, Edi & Yosuhiro Monden. 2000. *Sistem Produksi Toyota*. Jakarta: PPM.
- Oktaria, Susanti. 2011. *Perhitungan dan Analisa Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Proses Pengolahan Kelapa Sawit*. Skripsi tidak dipublikasikan. Depok: Universitas Indonesia.
- R, Rakesh, Bobin Cherian Jos & George Mathew. FMEA Analysis For Reducing Breakdowns Of A Sub System In The Life Care Product Manufacturing Industry. Journal of Engineering Science and Innovative Techonology. Volume 2.
- Senol, Sansli. 2007. *Poisson Process Approach to Determine The Occurance Degree In Failure Mode And Effect Reliability Analysis*. Journal Of Quality Management. XIV(2): 29-42.
- Stephens, Matthew. P. 2004. *Productivity and Reliability Based Maintenance Management*. Pearson Education Inc. New Jersey.
- Sukardi. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan Kompetensi dan Praktiknya*. Edisi Keduabelas. Yogyakarta: Bumi Aksara.

TPM Resources. 2009. *Pillars of TPM*. <http://www.plant-maintenance.com/article/tpm-intro.shtml>. (diakses pada tanggal 12 April 2014)

Tsuchiya, S., 1992. *Quality Maintenance: Zero Defect Through Equipment Management*. Productivity Press, Cambridge, MA.

Workneh, Melesse Wakjira & Ajit Pal Singh. 2012. Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing Industry. *Global Journal Inc.* XII(1). Version I.



Lampiran 1. Jumlah Produksi Carding Cotton

Jumlah Produksi <i>Carding Cotton</i>						
Bulan	Tgl	A	B	C	D	Total
MAR '13	1		392910	391860	503190	1287960
	2	427040	439878	253680		1120598
	3	252450	624100	361940		1238490
	4	479420	505970		231680	1217070
	5	334640	432720		334500	1101860
	6	482950		380910	444940	1308800
	7	504880		274400	428570	1207850
	8		376080	381120	435580	1192780
	9		338480	353130	492940	1184550
	10	441110	461310	425460		1327880
	11	251150	471370	435980		1158500
	12	503300	563200		392038	1458538
	13	522170	462800		413450	1398420
	14	427731		163570	472990	1064291
	15	466380		279290	454960	1200630
	16		460190	456430	450240	1366860
	17		405520	434360	527820	1367700
	18	289840	453370	495960		1239170
	19	434160	533570	360170		1327900
	20	371980	396560		389760	1158300
	21	428380	514810		93040	1036230
	22	363750		370050	320540	1054340
	23	328230		259890	425330	1013450
	24		365190	402320	338820	1106330
	25		100960	452920	497950	1051830
	26	251760	433240	400610		1085610
	27	315500	539390	537750		1392640
	28	425810	519910		239440	1185160
	29	394020	483680		401240	1278940
	30	444808		333010	430310	1208128
	31	499540		457460	473120	1430120
APRIL	1		272080	476620	507490	1256190
	2		226530	448650	546800	1221980
	3	392790	497420	335570		1225780
	4	226260	498010	534010		1258280
	5	466040	474170		313310	1253520
	6	359380	526380		420330	1306090
	7	416550		361660	453400	1231610
	8	385640		229860	410690	1026190
	9		291660	468370	392140	1152170
	10		391550	450520	430520	1272590
	11	317950	471530	297590		1087070

	12	272080	476620	507490		1256190
	13	518510	557060		427830	1503400
	14	459240	476860		389580	1325680
	15	475850		272860	470460	1219170
	16	487190		367700	448390	1303280
	17		407300	272670	329670	1009640
	18		255310	434270	541700	1231280
	19	356190	539470	460360		1356020
	20	503920	479300	401450		1384670
	21	506830	518350		427130	1452310
	22	385240	563970		177220	1126430
	23	426600		458860	382230	1267690
	24	486620		432550	402710	1321880
	25		110480	296320	451410	858210
	26		384000	485600	447290	1316890
	27	438290	500390	467320		1406000
	28	489300	496060	405590		1390950
	29	490480	556770		252100	1299350
	30	503420	465620		197060	1166100
MEI	1	518870		338200	454860	1311930
	2	542230		209350	508350	1259930
	3		433180	445110	475230	1353520
	4		457000	277790	406090	1140880
	5	475300	548660	396030		1419990
	6	245210	443040	467550		1155800
	7	435620	571370		393310	1400300
	8	487500	522440		390990	1400930
	9	510280		405990	466550	1382820
	10	491260		279530	488130	1258920
	11		417160	431730	448290	1297180
	12		453690	408240	375970	1237900
	13	300210	497530	463710		1261450
	14	435510	474130	331260		1240900
	15	453200	431710		325950	1210860
	16	442910	404410		281850	1129170
	17	432370		292920	434600	1159890
	18	448620		351940	406980	1207540
	19		434990	442830	507920	1385740
	20		146280	442620	402390	991290
	21	483870	485330	467230		1436430
	22	308250	560480	509880		1378610
	23	512010	510120		334190	1356320
	24	353730	485110		341910	1180750
	25	445510		295110	435030	1175650
	26	509180		392090	476350	1377620



	27		303930	430170	461620	1195720
	28		412720	283760	474100	1170580
	29	415510	482870	386460		1284840
	30	251690	487630	498160		1237480
	31	408410	456260		322040	1186710
JUNI	1	506970	455480		419240	1381690
	2	437940		324540	352050	1114530
	3	503860		247980	493819	1245659
	4		303980	341250	449360	1094590
	5		312060	292690	355570	960320
	6	279360	396570	413180		1089110
	7	284030	393260	297700		974990
	8	408820	460510		337281	1206611
	9	328320	363810		336080	1028210
	10	464460		100510	369150	934120
	11	448090		280800	425550	1154440
	12		351610	351140	443060	1145810
	13		241120	359230	442800	1043150
	14	334990	407140	422800		1164930
	15	415280	454460	303320		1173060
	16	411250	458840		344400	1214490
	17	333130	473610		70890	877630
	18	403320		316160	383170	1102650
	19	451010		318130	387980	1157120
	20		142560	316950	311840	771350
	21		334630	283200	448510	1066340
	22	401330	456560	432440		1290330
	23	311290	483710	397480		1192480
	24	401210	449870		181300	1032380
	25	465480	472970		301940	1240390
	26	447290		280140	362840	1090270
	27	453450		236250	380530	1070230
	28		305790	304840	389080	999710
	29		323160	247700	301840	872700
	30	396520	397460	84900		878880
JULI	1	269570	412360	353890		1035820
	2	462430	509580		353380	1325390
	3	456260	387106		356070	1199436
	4	399994		195660	392560	988214
	5	488220		296030	287170	1071420
	6		396610	390970	486070	1273650
	7		425650	398680	403720	1228050
	8	206410	493560	490140		1190110
	9	329250	460950	359810		1150010
	10	491140	476080		264770	1231990

	11	284090	286850		276760	847700
	12	531230		272424	442630	1246284
	13	559860		406860	411380	1378100
	14		425770	383180	416810	1225760
	15		235550	432120	524936	1192606
	16	385750	471340	491220		1348310
	17	389680	510550	453530		1353760
	18	486380	505620		226956	1218956
	19	489890	503130		411620	1404640
	20	483870		388420	413470	1285760
	21	532050		401900	488260	1422210
	22		286530	458130	528630	1273290
	23		296580	423520	551120	1271220
	24	424130	464820	416330		1305280
	25	246040	520090	397950		1164080
	26	408990	450700		405980	1265670
	27	506270	534950		421690	1462910
	28	434110		296910	412030	1143050
	29	550900		204350	496430	1251680
	30		412430	505340	434850	1352620
	31		354460	510480	463700	1328640
AGUSTUS	1	248070	497500	527790		1273360
	2	405580	466930	371400		1243910
	3	553830	531040		471260	1556130
	4	521580	506670		455600	1483850
	5	475330		265080	485340	1225750
	6	447690		343550	380580	1171820
	7					
	8					
	9					
	10					
	11	431720	529580		269820	1231120
	12	437790	360320		153810	951920
	13	457110		191010	273670	921790
	14	481420		322720	468640	1272780
	15		208430	505640	499360	1213430
		445371.8	442719.5	393435.3	414896	
		1	2	4	3	
	16		447720	418970	465810	1332500
	17	506370	525770	476190		1508330
	18	479400	521174	426110		1426684
	19	502880	568380		201850	1273110
	20	421330	402726		341640	1165696
	21	474170		237540	437710	1149420
	22	473400		186890	377750	1038040



	23		383060	330290	427534	1140884
	24		337330	463020	416970	1217320
	25	443410	533660	419790		1396860
	26	203160	495850	481830		1180840
	27	472010	556220		291360	1319590
	28	486770	466340		406190	1359300
	29	415040		275000	500750	1190790
	30	448640		235780	508560	1192980
	31		410520	398590	453140	1262250
SEPTEMBER	1		431590	357400	230810	1019800
	2	282630	501820	519020		1303470
	3	358530	407140	432470		1198140
	4	382610	314920		401770	1099300
	5	422950	544670		289700	1257320
	6	507430		386390	483680	1377500
	7	447510		365040	456030	1268580
	8		482480	529350	498110	1509940
	9		267460	444790	409640	1121890
	10	403990	495140	492380		1391510
	11	412230	412705	353140		1178075
	12	527130	559480		221040	1307650
	13	421530	484970		230620	1137120
	14	339290		261120	447800	1048210
	15	491330		256060	481080	1228470
	16		219580	494100	501830	1215510
	17		402060	500080	545160	1447300
	18	336670	415360	267770		1019800
	19	212110	529810	534820		1276740
	20	495010	543110		215320	1253440
	21	535110	505190		454200	1494500
	22	419280		343980	471630	1234890
	23	449630		182670	517000	1149300
	24		330910	342550	506570	1180030
	25		240020	483130	475966	1199116
	26	263450	479550	539690		1282690
	27	391970	390010	447510		1229490
	28	417990	516710		397550	1332250
	29	492600	494310		458050	1444960
	30	522980		287560	495580	1306120
OKTOBER	1	545810		294080	498720	1338610
	2		333090	439720	397250	1170060
	3		264430	431410	322220	1018060
	4	401370	424650	287730		1113750
	5	525740	459830	267343		1252913
	6	450600	493440		231770	1175810

	7	346110	555420		36290	937820
	8	410500		366550	500040	1277090
	9	515920		240740	508110	1264770
	10		195280	456750	377920	1029950
	11		369350	361180	379580	1110110
	12	422320	470340	417040		1309700
	13	458080	379260	396760		1234100
	14	574690	502640		196780	1274110
	15	451310	436180		285820	1173310
	16	473940		276920	473950	1224810
	17	564310		214930	551050	1330290
	18		369140	409150	450150	1228440
	19		412150	336440	394590	1143180
	20	492861	478810	398640		1370311
	21	273450	550430	391300		1215180
	22	476650	465490		355800	1297940
	23	435770	327810		344640	1108220
	24	449160		230760	452120	1132040
	25	427900		300840	382050	1110790
	26		342730	392440	544830	1280000
	27		419610	417280	427330	1264220
	28	278550	512660	448290		1239500
	29	384370	500080	484520		1368970
	30	532570	487100		340380	1360050
	31	430970	377750		194370	1003090
NOVEMBER	1	488240		287990	384450	1160680
	2	460550		386030	419940	1266520
	3		459300	436430	510760	1406490
	4		258240	469090	459480	1186810
	5	390720	510000	476830		1377550
	6	314190	422830	399130		1136150
	7	464780	508760		251300	1224840
	8	459920	505190		364410	1329520
	9	440970		390680	389430	1221080
	10	434980		422050	417710	1274740
	11		288250	438280	527520	1254050
	12		420430	386820	478150	1285400
	13	420539	502420	448360		1371319
	14	298720	526080	456310		1281110
	15	438060	522840		368600	1329500
	16	399100	385510		242970	1027580
	17	372100		343360	435850	1151310
	18	427850		207520	491660	1127030
	19		368880	324060	433300	1126240
	20		280530	412890	445310	1138730

	21	111930	487930	457090		1056950
	22	378730	505370	311990		1196090
	23	478980	402420		389750	1271150
	24	352760	267970		283330	904060
	25	489730		124640	494030	1108400
	26	439660		344170	469770	1253600
	27		299990	375670	415160	1090820
	28		240010	297854	253010	790874
	29	272250	424730	333880		1030860
	30	427050	489750	295112		1211912
DESEMBER	1	521380	387430		413290	1322100
	2	486590	426750		201830	1115170
	3	446908		380150	488000	1315058
	4	395390		309620	479600	1184610
	5		239730	490170	394920	1124820
	6		317790	383450	436770	1138010
	7	380280	381370	357340		1118990
	8	400160	376060	275420		1051640
	9	367040	368160		152270	887470
	10	467930	499770		235310	1203010
	11	397960		195450	371790	965200
	12	435430		217340	294950	947720
	13		223500	370640	427780	1021920
	14		398310	424510	403510	1226330
	15	495990	536220	338700		1370910
	16	288440	527410	384980		1200830
	17	464250	507670		440120	1412040
	18	422378	404080		321130	1147588
	19	454820		244310	432840	1131970
	20	377010		353373	360290	1090673
	21		385130	395880	471210	1252220
	22		364740	441370	385550	1191660
	23	296310	495956	427710		1219976
	24	427500	432480	406760		1266740
	25	502920	533930		390400	1427250
	26	477850	499520		240550	1217920
	27	450740		402300	407050	1260090
	28	499020		299570	466390	1264980
	29		452240	411606	514540	1378386
	30		217700	437030	518360	1173090
	31	319080	459450	442170		1220700
JAN '14	1	431030	497350	359610		1287990
	2	456130	541190		211990	1209310
	3	461390	528660		392210	1382260
	4	494640		346770	442970	1284380



	5	442360		313800	441320	1197480
	6		242860	439570	443350	1125780
	7		311510	435050	501100	1247660
	8	402350	461720	465020		1329090
	9	216320	371210	463620		1051150
	10	469530	510580		412400	1392510
	11	506970	456540		410050	1373560
	12	488560		486330	410430	1385320
	13	498760		244320	479490	1222570
	14		385150	457460	411460	1254070
	15		368720	354800	486550	1210070
	16	294210	512030	498530		1304770
	17	416590	496960	498820		1412370
	18	493430	478710		413550	1385690
	19	500850	455420		416660	1372930
	20	479440		242460	466740	1188640
	21	540270		236980	478060	1255310
	22		432910	461880	493950	1388740
	23		261530	496810	403560	1161900
	24	402370	506980	489660		1399010
	25	381320	440980	435840		1258140
	26	499230	399240		432551	1331021
	27	496960	565950		228770	1291680
	28	485150		282480	479090	1246720
	29	390890		291770	479200	1161860
	30		315560	561820	586630	1464010
	31		413910	407690	439940	1261540
	JAN	445597.8	432855.2	403090.9	431750.9	1285082
FEB '14	1	461020	442640	423740		1327400
	2	494830	552320	442110		1489260
	3	526350	536450		258990	1321790
	4	535880	534350		338470	1408700
	5	436750		338330	481810	1256890
	6	555460		155120	493240	1203820
	7		392590	486900	521860	1401350
	8		386350	379360	369924	1135634
	9	325490	436930	485520		1247940
	10	306400	503810	428050		1238260
	11	411270	439390		280900	1131560
	12	407450	489740		348890	1246080
	13	441320		222400	525660	1189380
	14	396720		309080	463430	1169230
	15		322410	546120	493950	1362480
	16		421730	453800	492830	1368360
	17	258600	396380	506320		1161300

	18	482950	491060	412530		1386540
	19	426020	552350		381360	1359730
	20	378590	572690		245700	1196980
	21	472960		401130	503100	1377190
	22	502080		440810	528340	1471230
	23		336250	504630	556160	1397040
	24		254840	509450	503930	1268220
	25	402220	475510	398100		1275830
	26	321140	486380	365430		1172950
	27	415400	479810		270310	1165520
	28	318500	344946		305810	969256
	FEB	421700	447678.5	410446.5	418233.2	1274997
MAR '14	1	496350		402880	372430	1271660
	2	540800		471750	480820	1493370
	3		245800	446090	551440	1243330
	4		353940	480040	494050	1328030
	5	335830	476130	496870		1308830
	6	297130	420210	483290		1200630
	7	519410	505640		299560	1324610
	8	453000	472310		396120	1321430
	9	423850		407180	392540	1223570
	10	508460		233370	491440	1233270
	11		349260	264750	542650	1156660
	12		320640	377750	484340	1182730
	13	356220	440940	461110		1258270
	14	275970	477500	527640		1281110
	15	476990	604180		482530	1563700
	16	524342	437870		494490	1456702
	17	654129		181350	418530	1254009
	18	419040		270320	497970	1187330
	19		353530	411900	544700	1310130
	20		229810	360970	546250	1137030
	21	239430	440180	478080		1157690
	22	408310	514390	428690		1351390
	23	535060	514790		491270	1541120
	24	516090	537590		256950	1310630
	25	467742		346470	444910	1259122
	26	455700		287490	501590	1244780
	27		186470	505760	510530	1202760
	28		317210	492160	390520	1199890
	29	409780	553300	413870		1376950
	30	458850	491080	439990		1389920
	31	493160	526730		238130	1258020

