

**PENGUKURAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)
SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN NILAI EFEKTIVITAS MESIN
CARDING**

(Studi kasus: PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Lawang)

**SKRIPSI
Konsentrasi Manajemen Sistem Industri**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

**HERWINDO
NIM. 105060701111009-67**

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

PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan, petunjuk, dan bimbingan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu proses penyelesaian tugas akhir ini, oleh karena ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri.
2. Bapak Remba Yanuar Efrianto, ST., MT. selaku KKDK Manajemen Sistem Industri.
3. Bapak Arif Rahman, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan tugas akhir ini.
4. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan tugas akhir ini.
5. Ibu Ceria Farela Mada Tantrika, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan kepada penulis.
6. Ayahanda Sugihartono, Ibunda Kustilah, Kakak Suhertini, Kakek tercinta, serta seluruh keluarga besar atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian, dan kesabaran terhadap penulis.
7. Keluarga Soepeno atas segala nasehat dan motivasi terhadap penulis.
8. Semua pihak dan teman-teman yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian serta masukan penyelesaian laporan.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut.

Malang, Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Rumusan Masalah	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Asumsi	5
1.6. Tujuan Penelitian	5
1.7. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Jenis Pemeliharaan.....	8
2.3. Definisi <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	11
2.3.1. <i>Availability Rate</i>	11
2.3.2. <i>Performance Rate</i>	11
2.3.3. <i>Rate Of Quality Product</i>	12
2.4. Pengertian <i>Six Big Losses</i>	12
2.5. <i>Failure Method and Effect Analysis</i> (FMEA)	13
2.5.1. Kegagalan (<i>Failure</i>)	14
2.5.2. Mode Kegagalan (<i>Failure Mode</i>).....	14
2.5.3. Keuntungan <i>Failure Method and Effect Analysis</i> (FMEA)	15
2.5.4. Tujuan <i>Failure Modes and Effect Analyze</i> (FMEA).....	15
2.5.5. Tipe <i>Failure Method and Effect Analysis</i> (FMEA).....	16
2.5.6. Skala Penilaian dalam <i>Failure Method and Effect Analysis</i> (FMEA) .16	

2.5.7. Tahapan <i>Failure Method and Effect Analyze</i> (FMEA)	18
---	----

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian	20
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.3. Tahap Penelitian	20
3.3.1. Tahap Pendahuluan	20
3.3.2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data	21
3.3.3. Tahap Analisis	23
3.3.4. Tahap Kesimpulan dan Saran	23
3.4. Diagram Alir Penelitian	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Objek Penelitian	25
4.1.1. Profil Perusahaan	25
4.1.2. Struktur Organisasi Perusahaan	26
4.1.2.1. Uraian Pekerjaan	26
4.1.3. Bahan Baku	29
4.1.4. Proses Pemintalan Benang	30
4.2. Pengumpulan Data	37
4.2.1. Pengumpulan data primer	37
4.2.2. Pengumpulan data sekunder	37
4.3. Pengolahan Data	39
4.3.1. Analisis Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	39
4.3.2. Analisis <i>Six Big Losses</i>	42
4.3.3. Analisis Metode <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	50
4.4. Analisis dan Rekomendasi Perbaikan	59

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran	65

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Rata-rata <i>Downtime</i> per mesin	2
Tabel 1.2	Persentase <i>Reduce Speed</i> mesin	2
Tabel 1.3	Rata-rata Produksi dan <i>Defect</i>	3
Tabel 2.1.	Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.1.	<i>Rating Severity</i>	17
Tabel 2.2.	<i>Rating Occurance</i>	17
Tabel 2.3	<i>Rating Detection</i>	18
Tabel 4.1	Data Jam Kerja mesin <i>carding</i>	37
Tabel 4.2	Data Jumlah Produksi mesin <i>carding</i>	38
Tabel 4.3	Data <i>Downtime</i> Mesin <i>Carding</i>	38
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan <i>Availabilty Rate (AR)</i>	39
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan <i>Performance Rate (PR)</i>	40
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan <i>Rate Of Quality (RQ)</i>	41
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan OEE	42
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan <i>Breakdown Losses</i>	43
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan <i>Setup And Adjustment Losses</i>	44
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan <i>Idling and minor stoppages</i>	45
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan <i>Speed Losses</i>	45
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan <i>Process Defect</i>	46
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan <i>Reduced Yield Losses</i>	47
Tabel 4.14	Hasil Rekap Persentase <i>Six Big Losses</i>	48
Tabel 4.15	Hasil Perhitungan <i>Time Losses</i>	49
Tabel 4.16	Persentase Kumulatif dari <i>Six Big Losses</i>	49
Tabel 4.17	<i>Failure Mode</i> dan <i>Failure Effect</i> pada mesin <i>carding</i>	51
Tabel 4.18	Kriteria verbal dan sistem peringkat untuk <i>Severity</i>	53
Tabel 4.19	Nilai <i>Severity</i> untuk masing-masing Kegagalan	54
Tabel 4.20	Kriteria verbal dan sistem peringkat untuk <i>Occurance</i>	55
Tabel 4.21	Nilai <i>Occurance</i> untuk masing- masing Kegagalan	55
Tabel 4.22	Kriteria verbal dan Sistem Peringkat untuk <i>Detection</i>	56
Tabel 4.23	Nilai <i>Detection</i> untuk masing- masing Kegagalan	57
Tabel 4.24	Nilai RPN untuk masing-masing Kegagalan	57

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 4.1	Struktur Organisasi PT.ISN Unit Patal Lawang	26
Gambar 4.2.	Mesin <i>Blowing</i>	31
Gambar 4.3.	Mesin <i>Carding</i>	32
Gambar 4.4.	Mesin <i>Drawing</i>	33
Gambar 4.5.	Mesin <i>Speeding</i>	34
Gambar 4.6.	Mesin <i>Ring Spinning</i>	35
Gambar 4.7.	<i>Mach Cone</i>	36
Gambar 4.8.	<i>Time Losses</i> pada mesin <i>carding</i>	50
Gambar 4.9.	<i>Proximity Switch</i>	60
Gambar 4.10.	<i>Dust Collector</i>	61
Gambar 4.11.	<i>Limit switch</i>	61



RINGKASAN

HERWINDO, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Agustus 2014, Pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Sebagai Upaya Meningkatkan Nilai Efektivitas Mesin *Carding* (Studi kasus: PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Lawang) Dosen Pembimbing: Arif Rahman dan Rahmi Yuniarti.

PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Lawang merupakan perusahaan yang bergerak pada sektor industri tekstil dengan produk berupa benang tenun. Proses produksi benang tenun mengalami enam tahapan permesinan yang diantaranya mesin *blowing*, *carding*, *drawing*, *speeding*, *ring spinning*, dan *mach cone*. Dari keenam tahapan permesinan tersebut, mesin *carding* mengalami kendala paling banyak dibandingkan yang lain yaitu *downtime* yang tinggi, *reduced speed* yang tinggi dan *defect* produk. Mesin *carding* mempunyai fungsi untuk memproses *lap* menjadi *sliver*. Kendala-kendala yang terjadi menyebabkan menurunnya efektivitas dari mesin *carding* dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan baik dari segi waktu, peluang keuntungan yang didapatkan, maupun biaya yang dikeluarkan untuk memperbaiki kondisi mesin yang tidak berfungsi. Oleh karena itu diperlukan suatu tindakan pencegahan yang dapat meminimasi faktor-faktor yang menyebabkan mesin berhenti beroperasi. Untuk memperbaiki kondisi tersebut digunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Metode OEE digunakan untuk mengukur efektivitas mesin *carding* dan untuk mengetahui *losses* yang memberikan dampak terbesar terhadap nilai efektivitas mesin *carding*. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan yang menyebabkan menurunnya efektivitas mesin *carding*. Dari bentuk-bentuk kegagalan yang berdampak besar pada menurunnya efektivitas mesin *carding*, selanjutnya menentukan rekomendasi perbaikan untuk mencegah mode kegagalan tersebut terjadi lagi.

Dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan didapatkan bahwa rata-rata tingkat efektivitas mesin *carding* pada bulan November 2012-November 2013 adalah sebesar 32.60%. *Losses* yang memberikan pengaruh terbesar terhadap efektivitas mesin *carding* adalah *speed losses* sebesar sebesar 242531,7647 menit, diikuti oleh *breakdown losses* sebesar 93360 menit, dan yang terakhir adalah *process defect* sebesar 4139,411 menit. Komponen yang memberikan pengaruh terbesar terhadap efektivitas mesin *carding* diantaranya adalah *wire taker in* putus dengan RPN sebesar 200, *cylinder* macet, *coiler error*, *flat doffer* cacat, *roller doffer*, *pulley com* macet dengan RPN sebesar 140, *disco* kurang pelumas RPN sebesar 112. Rekomendasi yang diberikan adalah penempatan *proximity switch* dan *dust collector* pada mesin *carding*, *limit switch* pada *coiler*, pelatihan pada operator tentang *setting* kerapatan *doffer* dengan *cylinder*, serta pemberian/penambahan oli *Tellus 37* secara berkala 2 kali dalam satu minggu pada kantung *disco*.

Kata Kunci: *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), RPN.

SUMMARY

HERWINDO, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, August 2014, Measurement Overall Equipment Effectiveness (OEE) To Increase Value of Carding Effectiveness, Lecturers: Arif Rahman and Rahmi Yuniarti.

PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Lawang is company that concentrated in textile industry. Product of PT. ISN is yarn. There are six stages machines in production process among other is blowing, carding, drawing, speeding, ring spinning, and mach cone. Carding is the most machine that have many problems among other is high downtime, high speed reduced, and defect products. A function of carding is processing laps into sliver. Constraints had occurred, causing decreased effectiveness of carding and losses for company both in terms of time, opportunity gains, as well as cost to repair the machine. Therefore, preventive action is needed to minimize factors causing machine not operate. To overcome these obstacles are used Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).

OEE is a method to measure the effectiveness of machines especially is carding and to determine losses that have impact on the value of carding effectiveness. FMEA approach is used to identify and prevent as much as possible failure mode that cause decreased effectiveness of carding. From many failure mode that can give major impact on the value of carding effectiveness, and then determined recommendations to prevent failure mode occurs again.

From the results has been carried out it was found average level effectiveness of carding in November 2012-November 2013 is 32.60%. Losses that have major impact on effectiveness of carding is speed losses amounting to 242531.7647 minutes, followed by breakdown losses amounting to 93.360 minutes, and the last is process defect amounting to 4139,411 minutes. Components that have major impact on effectiveness of carding are wire takers in broke with RPN is 200, cylinder jammed, coiler error, defect doffer flats, doffer roller jammed, pulley com jammed with RPN is 140, and the last is disco less lubricant with RPN is 112. Recommendations that can be given to prevent failure are placement a proximity switch and dust collector on carding, limit switch at coiler, giving coaching to operates about density settings between doffer and cylinder and giving/adding Tellus 37 Oil periodically 2 times a week at disco.

Keywords: Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), RPN.

BAB I PENDAHULUAN

Dalam melaksanakan penelitian diperlukan hal-hal penting yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaannya. Pada bab ini menjelaskan mengenai gambaran umum permasalahan yang akan diteliti meliputi latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini.

1.1. Latar Belakang

Pada era globalisasi ini, kebutuhan masyarakat akan suatu barang semakin meningkat, dengan meningkatnya permintaan akan suatu barang, tentunya hal itu akan menciptakan peluang bagi produsen dalam upaya pemenuhan kebutuhan dari konsumen. Hal ini akan menyebabkan produsen berlomba untuk memproduksi suatu barang dengan jumlah yang banyak. Untuk memproduksi barang dalam jumlah yang banyak, diperlukan suatu alat yang dapat membantu dan mempercepat proses produksi tersebut yakni mesin.

Mesin diperlukan dalam proses produksi selain kapasitasnya yang besar dalam menghasilkan suatu barang dan kemampuan alasan keberadaannya sangat dibutuhkan oleh perusahaan dalam menunjang proses produksi, seiring mesin dalam mempertahankan kualitas suatu barang yang dihasilkan menjadi salah satu dengan hal itu tentunya ketergantungan perusahaan akan kebutuhan suatu mesin tidak dapat dihindarkan lagi. Keberadaannya menjadi suatu kebutuhan yang wajib bagi setiap perusahaan. Seiring dengan peningkatan aktivitas mesin dalam suatu aktivitas produksi dalam suatu perusahaan, lambat laun tentunya akan memiliki dampak pada kinerja mesin yaitu terjadinya penurunan kinerja mesin. Jika hal tersebut tidak menjadi perhatian penting bagi perusahaan karena dapat mengganggu produktivitas perusahaan dan berdampak pada keuntungan yang ingin didapatkan oleh perusahaan. Untuk mencegah hal itu terjadi diperlukan perhatian terhadap kondisi mesin tersebut yakni dengan melakukan perawatan pada mesin produksi, hal ini perlu dilakukan untuk menjaga keefektifitasan dari suatu mesin.

PT. Industri Sandang Nusantara (ISN) merupakan perusahaan yang bergerak pada sektor Industri Tekstil. Produk Utama PT. ISN adalah Benang Tenun, Kain dan Karung Plastik, yang diproduksi oleh 7 barik Pemintalan, 1 Baril Terpadu (Pemintalan dan Pertununan) dan 1 Pabrik Karung Plastik. PT. ISN unit Patal Lawang merupakan salah

satu barik pemintalan diantara 7 yang digunakan untuk memproduksi benang tenun.

Proses produksi benang tenun diperlukan 6 tahapan permesinan diantaranya *Blowing*, *Carding*, *Drawing*, *Speeding*, *Ring Spinning*, *Mach Cone*. Dari keenam tahapan permesinan tersebut, tiap-tiap mesin yang digunakan menghasilkan produk yang berbeda. Rata-rata produksi di PT. ISN Unit Patal Lawang dapat dilihat pada Tabel 1.3. Proses produksi di PT. ISN Unit Patal Lawang seringkali menimbulkan suatu masalah pada mesin yaitu terhambatnya proses produksi diakibatkan mesin produksi yang tiba-tiba tidak dapat berfungsi. Hal ini tentunya menimbulkan kerugian baik bagi perusahaan baik dari segi waktu, peluang keuntungan yang didapatkan, maupun biaya yang dikeluarkan untuk memperbaiki kondisi mesin yang tidak berfungsi, oleh karena itu diperlukan suatu tindakan pencegahan yang dapat meminimasi faktor-faktor yang menyebabkan mesin berhenti beroperasi. Kurang efektifnya tindakan pencegahan di PT. ISN unit Patal Lawang menyebabkan tingginya *downtime* yang terjadi pada mesin produksi. Pada Tabel 1.1 merupakan *downtime* yang terjadi selama November 2012 sampai November 2013 adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1 Rata-rata *Downtime* per mesin

No	Jenis Mesin	Rata-rata Jam Kerja	Rata-rata <i>Downtime</i> (jam)
1	<i>Blowing</i>	646	134.112
2	<i>Carding</i>	646	134.117
3	<i>Drawing</i>	646	134.103
4	<i>Speeding</i>	646	133.962
5	<i>Ring Spinning</i>	683	61.819
6	<i>Mach Cone</i>	646	133.226

Sumber: PT. ISN Unit Patal Lawang

Tabel 1.2 Persentase *Reduce Speed* Mesin

o	Mesin	<i>Ideal Speed</i> (rpm)	Rata-Rata <i>Actual Speed</i> (rpm)	Persentase <i>Actual Speed</i> (%)	Rata-rata <i>Reduce speed</i> mesin (100%)
1	<i>Blowing</i>	7.61	7.59	99.80	0.2
2	<i>Carding</i>	43.47	38.98	89.67	10.33
3	<i>Drawing</i>	300	297.77	99.26	0.74
4	<i>Speeding</i>	900	815.38	90.60	9.4
5	<i>Ring Spinning</i>	11800	11184.62	94.78	5.22
6	<i>Mach Cone</i>	1000	937.54	93.75	6.25

Sumber: PT. ISN Unit Patal Lawang

Berdasarkan Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 mesin *carding* seringkali mengalami masalah dibanding dengan mesin yang lain. *Downtime* dan *reduced speed* pada mesin *carding* lebih tinggi dibandingkan mesin yang lain. Mesin *carding* mengalami rata-rata

penurunan kecepatan sebesar 10.33% dari kondisi ideal mesin *carding*.

Tabel 1.3 Rata-rata Produksi dan *Defect*

No	Mesin	Mesin Yang Tersedia	Rata- Rata Pemakaian Mesin	Rata- Rata Produksi (Kg)	Rata- Rata <i>Defect</i> (Kg)
1	<i>Blowing</i>	2	2	64681	319
2	<i>Carding</i>	40	30	64718	1490
3	<i>Drawing</i>	4	3	63228	589
4	<i>Speeding</i>	4	4	62639	965
5	<i>Ring Spinning</i>	42	21	61674	1957
6	<i>Mach Cone</i>	4	4	59717	521

Sumber: PT. ISN Unit Patal Lawang

Berdasarkan Tabel 1.3 mesin *carding* mengalami *defect* yang lebih kecil dibandingkan dengan mesin *ring spinning*. Akan tetapi nilai *downtime* dan *reduced speed* yang lebih tinggi dibanding mesin *ring spinning*, maka studi kasus penelitian ini akan berfokus pada mesin *carding*.

Salah satu pendekatan yang digunakan untuk menanggulangi permasalahan yang terjadi pada mesin *carding* adalah *Overall equipment effectiveness* (OEE). OEE mengukur efektivitas secara total (*complete, inclusive, whole*) dari kinerja suatu peralatan dalam melakukan suatu pekerjaan yang sudah direncanakan, diukur dari data actual terkait dengan *availability rate*, *performance efficiency*, dan *quality of product* (Williamson, 2006). Nakajima (1988) menyatakan bahwa *availability rate* menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin. *Performance rate* menggambarkan berapa banyak produk yang dihasilkan selama waktu produksi. *Quality rate* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Informasi yang didapat dari OEE nantinya digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan penyebab rendahnya kinerja suatu peralatan. Adapun penilaian terkait dengan OEE mesin mengikuti standar global adalah 90% untuk nilai *availability rate*, 95% *performance rate*, dan 99% untuk *quality rate* atau 85% untuk nilai OEE dari suatu peralatan (Hegde., dkk, 2009).

Setelah penentuan nilai OEE dilakukan perhitungan *six big losses*. Istilah *six big losses* merupakan enam kerugian utama yang harus dihindari oleh suatu perusahaan yang dapat mempengaruhi efektivitas suatu mesin. Dari enam kerugian utama dikelompokkan menjadi tiga yaitu *downtime losses*, *speed losses*, *quality losses*. Ketiga jenis faktor tersebut umumnya dijabarkan kedalam beberapa jenis *losses* (kerugian), yaitu *downtime*

losses (breakdown losses, set up and adjustment), speed losses (idle and minor stoppage, reduce speed), quality losses (process defect, dan reduce yield)(Jeong & Philips, 2001). Perhitungan *six big losses* digunakan untuk mengetahui *losses* yang memberikan dampak terbesar terhadap nilai efektivitas mesin *carding* dan selanjutnya diidentifikasi lebih lanjut dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Gazperz (2002) (dalam Satmiko, 2013) membuat definisi mengenai *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Definisi “*Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* merupakan suatu prosedur terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*)”.

1.2. Identifikasi Masalah

Dari penjelasan latar belakang diatas, dapat diidentifikasi beberapa masalah yaitu sebagai berikut:

1. Tingginya *downtime* yang terjadi pada mesin *carding*.
2. *Reduce speed* mesin *carding* lebih tinggi dibandingkan mesin lain.
3. Adanya *defect* yang terjadi pada proses mesin *carding*.
4. Belum adanya tindakan *corrective* perusahaan dalam meminimalisi *downtime*, *reduce speed*, dan *defect* yang terjadi pada mesin *carding*.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka dapat dirumuskan masalah penelitian yaitu

1. Berapa tingkat efektivitas dari mesin *carding* di PT. ISN Unit Patal Lawang ?
2. *Losses* manakah yang paling mempengaruhi nilai efektivitas mesin *carding*?
3. Faktor dan dampak apa yang ditimbulkan dari *losses* tersebut ?
4. Usulan perbaikan apa yang dapat diberikan untuk menghindari terjadinya *losses* ?

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Data yang digunakan adalah data November 2012-November 2013.
2. Penelitian sampai tahap rekomendasi perbaikan.

1.5. Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua unit mesin *carding* dalam kondisi yang sama.

1.6. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah

1. Mengukur nilai efektivitas mesin *carding* di PT. ISN Unit Patal Lawang.
2. Mengetahui *losses* yang mempengaruhi nilai efektivitas dari mesin *carding*.
3. Mengetahui faktor dan dampak apa sajakah yang ditimbulkan dari *losses* tersebut.
4. Memberikan rekomendasi perbaikan dari penyebab *losses* yang memiliki nilai RPN diatas nilai kritis.

1.7. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Memberikan informasi mengenai nilai efektivitas mesin *carding* yang nantinya dapat dipakai sebagai bahan evaluasi bagi perusahaan.
2. Memberikan saran kepada PT. ISN Unit Patal Lawang guna mencegah terjadinya hal-hal yang menyebabkan terjadinya penurunan efektivitas pada mesin *carding*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan membahas mengenai referensi atau pustaka yang akan digunakan untuk mengalisi dan mengolah data. Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai masing-masing bagian.

2.1. Penelitian Terdahulu

1. Sari dan Sutopo, 2008 dalam jurnal yang berjudul “ Perancangan Sistem Ukuran *Overall Equipment* untuk Memonitor dan Memperbaiki Efisiensi Proses di Bagian *Filling* dan *Packing*”. Pada penelitian ini didapatkan besarnya nilai OEE rata- rata pada mesin packing line L-M adalah 78,2 %. Dan dari analisa diagram pareto dan cause effect diagram, didapatkan lima penyebab utama rendahnya nilai OEE yaitu *powder* terlambat, ganti *part*, *setup* mesin, ganti produk, dan *cartoner*.
2. Ahmad, Soenandi, dan Aprilia, 2013 dalam jurnal yang berjudul “Peningkatan Kinerja Mesin dengan Pengukuran Nilai OEE pada Departemen *Forging* di PT.AAP” pada tahun 2013. Penelitian ini mengukur aktivitas mesin yang berada di departemen *forging* yang diantaranya terdapat mesin *forging*, *trimming*, dan *restrict*. Pada penelitian ini didapatkan bahwa rata-rata nilai OEE pada mesin *forging* I, *trimming* I, dan *restrict* I masih rendah, Rata-rata nilai OEE pada mesin *forging*I, *trimming* I, dan *restrict* I berturut-turut adalah 74,82%, 50,66%, dan 48,86%. Nilai-nilai tersebut belum mencapai kondisi yang ideal ($\geq 85,4\%$), dan dari analisis diagram sebab akibat didapatkan bahwa umur mesin yang sudah tua, cetakan yang mudah retak atau pecah, tidak tersedianya cetakan cadangan dan suhu oven yang tidak konsisten menyebabkan penurunan yang menyebabkan penurunan performansi mesin.
3. Triwardani, 2013 dalam jurnal yang berjudul “Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dalam Meminimalisasi *Six Big Losses* Pada Mesin Produksi Dual Filters DDO7”. Penelitian ini mengukur nilai Mesin Produksi *Dual Filters* DD07 yang merupakan salah satu peralatan produksi di perusahaan manufaktur filter rokok. Dari penelitian ini, *Losses* yang signifikan mempengaruhi nilai efektifitas adalah *idling and minor stoppages losses* dan *reduced speed losses*. Berdasarkan analisis menggunakan FMEA, dapat diketahui bahwa penyebab kegagalan yang akan diperbaiki sesuai urutan prioritas adalah settingan *belt* tiap operator berbeda, pengaturan *timex* tidak sesuai dan pisau *hopper* tumpul.

Untuk lebih jelasnya perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Tools yang Digunakan	Hasil
Sari dan Sutopo (2008)	Perancangan Sistem Ukuran <i>Overall Equipment</i> Memonitor dan Memperbaiki Efisiensi Proses di Bagian <i>Filling</i> dan <i>Packing</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE), Diagram Pareto, Cause Effect diagram)	besarnya nilai OEE rata-rata pada mesin <i>packing line</i> L-M adalah 78,2 %. Dan dari analisa diagram <i>pareto</i> dan <i>cause effect</i> diagram, didapatkan lima penyebab utama rendahnya nilai OEE yaitu <i>powder</i> terlambat, ganti <i>part</i> , <i>setup</i> mesin, ganti produk, dan <i>cartoner</i> .
Ahmad, Soenandi, dan Aprilia (2013)	Peningkatan Kinerja Mesin dengan Pengukuran Nilai OEE pada Departemen <i>Fogging</i> di PT.AAP	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE, Diagram Sebab Akibat)	Dari hasil penelitian didapatkan Rata-rata nilai OEE pada mesin <i>forging</i> I, <i>trimming</i> I, dan <i>restrict</i> I berturut-turut adalah 74,82%, 50,66%, dan 48,86%. Dan penyebab yang didapatkan adalah umur mesin yang sudah tua, cetakan yang mudah retak atau pecah, tidak tersedianya cetakan cadangan dan suhu oven yang tidak konsisten
Triwardani (2013)	Analisis <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Dalam Meminimalisasi <i>Six Big Losses</i> Pada Mesin Produksi <i>Dual Filters</i> DDO7	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE, FMEA)	Dari penelitian ini, <i>Losses</i> yang signifikan mempengaruhi nilai efektifitas adalah <i>idling and minor stoppages losses</i> dan <i>reduced speed losses</i>
Penelitian ini (2014)	Pengukuran <i>overall equipment effectiveness</i> (OEE) guna meningkatkan nilai efektivitas mesin <i>carding</i> di PT. ISN unit Patal Lawang	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE, FMEA)	Nilai OEE pada mesin <i>carding</i> sebesar 32.60%. <i>Losses</i> yang memberikan pengaruh terbesar terhadap efektivitas mesin <i>carding</i> adalah <i>speed losses</i> , diikuti oleh <i>breakdown losses</i> , <i>process defect</i> .

2.2. Jenis Pemeliharaan

Maintenance atau pemeliharaan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar supaya dapat terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Pemeliharaan (*maintenance*) dibedakan menjadi tiga yaitu *preventive maintenance*, *corrective maintenance*, dan *predictive maintenance*. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut :

1. *Preventive maintenance*

Menurut Assauri (1999), *preventive maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan dan menemukan kondisi yang dapat menyebabkan fasilitas atau mesin produksi mengalami kerusakan waktu melakukan kegiatan produksi. *Preventive maintenance* dibedakan menjadi dua yaitu *routine periodic* dan *periodic maintenance*. *Routine periodic* adalah kegiatan perawatan dan pemeliharaan yang dilakukan secara rutin. *Periodic maintenance* adalah kegiatan perawatan dan pemeliharaan yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu.

Dalam *preventive maintenance*, perawatan mesin dilakukan secara berkala, dengan memperhitungkan *designed life cycle* (siklus hidup desain) dari suatu peralatan. Perawatan dilakukan untuk memperpanjang siklus hidup dari tiap peralatan hingga maksimum. Menurut Levitt (2003), *preventive maintenance* adalah rangkaian kegiatan yang dilakukan pada frekuensi tertentu, yang dipengaruhi oleh waktu, jumlah produksi, jumlah jam operasi, dan kondisi, yang dapat memperpanjang kehidupan suatu asset, atau dapat memperpanjang kehidupan suatu asset, atau mendeteksi asset yang memiliki tingkat aus kritis dan akan rusak. Menurut Blanchard (1997), *preventive maintenance* meliputi tindakan perbaikan secara berkala yang dilakukan untuk mempertahankan suatu sistem atau produk pada kondisi operasional yang diinginkan.

Preventive maintenance dapat menyediakan keuntungan yang besar, dan jika dapat diaplikasikan dengan baik dapat mencegah kegagalan, mengurangi biaya dan *downtime*, dan meningkatkan produktifitas serta keuntungan.

2. *Corrective maintenance*

Menurut Assauri (1999), *corrective maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah mesin atau fasilitas mengalami kerusakan ataupun gangguan. Dalam hal ini kegiatan *corrective maintenance* bersifat perbaikan yaitu menunggu

sampai kerusakan terjadi terlebih dahulu, kemudian baru diperbaiki agar dapat beroperasi kembali. Dalam hal ini, kegiatan *corrective maintenance* sering disebut dengan kegiatan reparasi atau perbaikan. Tindakan perawatan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang sama. Prosedur ini ditetapkan pada peralatan atau mesin yang sewaktu-waktu dapat terjadi kerusakan. Pada umumnya usaha untuk mengatasi kerusakan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Mencatat data kerusakan, kemudian meng-*improve* peralatan sehingga kerusakan yang sama tidak terjadi lagi
- b. *Improve* peralatan sehingga perawatan menjadi lebih mudah
- c. Merubah proses
- d. Merancang kembali komponen yang gagal
- e. Mengganti dengan komponen yang baru
- f. Meningkatkan prosedur perawatan preventif
- g. Meninjau kembali dan merubah sistem pengoperasian

Tindakan *corrective maintenance* ini memerlukan biaya perawatan yang lebih murah daripada tindakan *preventive maintenance*. Hal ini dapat terjadi apabila kerusakan terjadi pada saat mesin atau fasilitas tidak melakukan proses produksi. Tetapi bila kerusakan terjadi selama proses produksi berlangsung maka biaya perawatan akan mengalami peningkatan yang disebabkan karena terhentinya proses produksi. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa tingkatan *corrective maintenance* memusatkan permasalahan setelah permasalahan itu terjadi, bukan menganalisa masalah untuk mencegah agar tidak terjadi.

3. *Predictive maintenance*

Predictive maintenance merupakan bagian dari usaha pencegahan terjadinya kerusakan dimana pelaksanaannya didasarkan pada kondisi mesin itu sendiri. Untuk itu dalam melakukan strategi perawatan diperlukan pemeriksaan mesin secara rutin untuk mendeteksi gejala kerusakan mesin. *Predictive maintenance* disebut juga sebagai *condition based maintenance* atau *machinery condition monitoring* yang artinya penentuan kondisi mesin dengan cara memeriksa mesin secara rutin sehingga keandalan mesin dan keselamatan kerja dapat dijamin. Menurut Mobley (2002), *predictive maintenance* bertujuan meningkatkan produktivitas, kualitas dan keseluruhan efektivitas dari proses manufaktur. Sebenarnya *predictive maintenance* adalah *preventive maintenance* yang didasarkan oleh kondisi sesungguhnya dari mesin. Metode pelaksanaan pemeliharaan *predictive maintenance*:

a. Pemilihan peralatan

Tidak perlu seluruh peralatan mesin dipelihara secara *predictive maintenance*, tetapi langkah lebih baik adalah memilih peralatan-peralatan yang kritis atau mahal, juga dipengaruhi oleh fungsi dan kondisi spesifik suatu peralatan.

b. Pengumpulan Data Sejarah Mesin

Riwayat mesin dapat dipakai sebagai pendekatan teknik pemantauan dan analisa pemeliharaan. Data/ informasi tersebut dapat berupa: data desain, data sejarah mesin dan data sejarah operasi mesin lain yang sejenis.

c. Pemasangan alat-alat sensor

Pemasangan alat sensor pada bagian-bagian tertentu untuk dapat memantau kondisi peralatan sangat diperlukan. Pemantauan itu meliputi: vibrasi, temperature, tekanan, laju aliran, korosi dan lain sebagainya.

d. Pemantauan rutin

Pemantauan dilaksanakan ketika unit sedang beroperasi atau unit sedang stop, tergantung pada objek yang akan dipantau.

Keuntungan *predictive maintenance*:

- a. Prediksi kondisi komponen mesin dapat diketahui lebih dini, sehingga pemeliharaan lebih efektif.
- b. Umur asset/ material dapat diketahi dari prediksi kondisi material sehingga persiapan pemeliharaan, perencanaan dan pengadaan material terencana dengan baik.
- c. Dengan *predictive maintenance*, produktivitas pembangkit lebih optimal karena tidak adanya *downtime* akibat gangguan yang berarti.
- d. Efisiensi, unjuk kerja dan pelayanan lebih optimal.
- e. Keselamatan pengguna pembangkit lebih terjamin

Kerugian *predictive maintenance*:

Pada hakekatnya kerugian dari sisi pelaksanaan tidak ada, hanya memerlukan biaya tambahan, contoh untuk pengadaan peralatan monitor dan sensor-sensor, tetapi biaya tidak terlalu besar jika dibandingkan bila terjadi gangguan apabila tidak menerapkan pemeliharaan *predictive maintenance*, contoh terjadi gangguan fatal terhadap komponen mesin, akibatnya biaya yang dikeluarkan sangat besar.

2.3. Definisi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

OEE merupakan suatu metrik/ukuran yang menghitung tingkat keefektifan suatu mesin/peralatan secara menyeluruh. OEE merupakan cara dalam *Total Productive maintenance* untuk mengukur keefektifan peralatan/ mesin yang digunakan dalam proses produksi. Dengan adanya OEE 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. Perhitungan OEE dihitung dengan rumus (Stephens, 2004):

$$OEE = Availability\ rate \times Performance\ rate \times Rate\ of\ quality\ product \times 100\% \quad (2-1)$$

2.3.1. *Availability Rate*

Availability rate merupakan rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin. *Loading time* merupakan waktu bersih mesin bekerja sesuai yang direncanakan. *Downtime* mesin adalah waktu proses mesin yang hilang dikarenakan adanya gangguan pada mesin/peralatan yang mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Operation time* merupakan waktu bersih mesin bekerja (tanpa kerusakan). Nilai *availability* dihitung dengan rumus (Stephens, 2004):

$$Availability\ rate = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (2-2)$$

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

2.3.2. *Performance Rate*

Performance rate merupakan suatu ratio yang menggambarkan kemampuan suatu mesin/peralatan dalam menghasilkan suatu produk/barang. Dalam menghitung *performance rate* dibutuhkan tiga *variable* yaitu

- a. *Ideal cycle* (waktu siklus ideal)
- b. *Processed amount* (jumlah produk yang diproses)
- c. *Operation time* (waktu operasi mesin).

Performace ratio dapat dihitung dengan rumus (Stephens, 2004):

$$Performance\ rate = \frac{Processed\ amount}{Ideal\ cycle\ time \times operating\ time} \times 100\% \quad (2-3)$$

2.3.3. Rate Of Quality Product

Rate Of Quality Product merupakan rasio yang menggambarkan kemampuan mesin/peralatan untuk menghasilkan suatu produk sesuai dengan standar yang telah ditetapkan

- a. *Processed amount* (jumlah produk yang diproses)
- b. *Defect amount* (jumlah produk yang cacat).

Rate Of Quality Product dapat dihitung dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100 \% \quad (2-4)$$

2.4. Pengertian Six Big Losses

OEE menyoroiti 6 kerugian utama (*Six Big Losses*) penyebab peralatan produksi tidak beroperasi secara normal. Dari 6 kerugian utama dikelompokkan menjadi 3 yaitu *downtime losses*, *speed losses*, *quality losses*. Berikut pengelompokkan 6 kerugian utama (*Six Big Losses*), yang diantaranya adalah

1. Downtime Losses

Downtime adalah waktu yang terbuang, dimana proses produksi tidak berjalan yang biasanya diakibatkan oleh kerusakan mesin. *Downtime* terdiri dari 2 macam kerugian yaitu

- a. *Breakdown Losses* yaitu kerusakan mesin/ peralatan secara tiba-tiba, tentunya kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba ini dapat menimbulkan kerugian, dimana mesin tidak beroperasi menghasilkan output yang diinginkan. Berikut perhitungan *breakdown losses* dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100 \% \quad (2-5)$$

- b. *Setup and Adjustment Losses*, dikarenakan karena adanya waktu yang tercuri akibat waktu setup yang tercuri akibat waktu setup yang lama. Berikut perhitungan *Setup and Adjustment Losses* dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Setup and Adjustment Losses} = \frac{\text{Setup time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \% \quad (2-6)$$

2. Speed Losses

Speed losses adalah suatu keadaan dimana kecepatan proses produksi terganggu, sehingga produksi tidak mencapai tingkat yang diharapkan. *Speed losses* terdiri dari dua macam kerugian, yaitu :

- a. *Idling and Minor Stoppage Losses*, dikarenakan mesin mengalami kemacetan maupun mesin mengalami pemberhentian sejenak, dimana mesin dalam kondisi *idle*. Kerugian seperti ini tidak bisa dideteksi secara langsung tanpa adanya pelacak, dan ketika operator tidak dapat memperbaiki pemberhentian yang bersifat *minor stoppage*, maka dapat dianggap sebagai *breakdown*. Berikut perhitungan *Idling and Minor Stoppage Losses* dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Idling and minor stoppages} = \frac{\text{non productive time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \% \quad (2-7)$$

- b. *Reduced Speed Losses*, dimana kerugian ini disebabkan karena mesin/ peralatan mengalami penurunan kecepatan. Berikut perhitungan *Reduced Speed Losses* dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Speed Losses} = \frac{\text{Operating time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{Processed amount})}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (2-8)$$

3. *Quality Losses*

Quality Losses adalah suatu keadaan dimana produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. *Quality Losses* terdiri dari 2 macam, antara lain:

- a. *Process Defect*, kerugian dikarenakan produk hasil produksi dimana produk tersebut memiliki kekurangan (cacat) setelah keluar dari proses produksi. Spesifikasi produk cacat biasanya tidak memenuhi standar produk yang telah ditetapkan perusahaan. Berikut perhitungan *Process Defect* dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Process Defect} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Defect amount}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (2-9)$$

- b. *Reduced Yield Losses*, kerugian yang diakibatkan suatu keadaan dimana produk yang dihasilkan tidak sesuai standar, karena terjadi perbedaan kualitas antara waktu mesin pertama kali dinyalakan dengan pada saat mesin tersebut sudah stabil beroperasi. Pada saat mesin pertama kali beroperasi, baik kualitas maupun kuantitas dari produk yang dihasilkan tidak sebaik jika mesin tersebut sudah dalam keadaan stabil. Berikut perhitungan *Reduced Yield Losses*, dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Reduced Yield Losses} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{reject}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (2-10)$$

2.5. *Failure Method and Effect Analysis (FMEA)*

Gazperz (2002) (dalam Satmiko, 2013) membuat definisi mengenai *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Definisi "*Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

merupakan suatu prosedur terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*)". FMEA dapat diterapkan pada semua bidang. Baik manufaktur maupun jasa, juga pada semua jenis produk. Namun FMEA akan paling aktif apabila diterapkan pada produk atau proses-proses baru atau produk dan proses sekarang yang akan mengalami perubahan besar sehingga dapat mempengaruhi keandalan produk dan proses. Menurut (Chrysler, 1995), FMEA dapat dilakukan dengan cara :

1. Mengetahui dan mengevaluasi kegagalan potensi suatu produk dan efeknya.
2. Mengidentifikasi tindakan yang bisa menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari kegagalan potensi terjadi
3. Pencatatan proses (*document the process*).

2.5.1. Kegagalan (*Failure*)

Kegagalan didefinisikan sebagai kondisi ketidaksesuaian suatu sistem terhadap kriteria prestasi atau fungsi yang telah ditetapkan. Adanya sifat dan perilaku sistem yang saling mempengaruhi dan kebergantungan antar himpunan pembentuk sistem menyebabkan kegagalan yang terjadi pada suatu komponen atau subsistem mempengaruhi keseluruhan kinerja sistem yang dapat berdampak pada kegagalan. (Wenda, 2008). Sebuah benda dapat dianggap gagal apabila mengalami tiga hal, yaitu:

1. Ketika benda tersebut menjadi tidak dapat dioperasikan sama sekali.
2. Ketika benda tersebut masih dapat beroperasi, tetapi tidak dapat lagi berfungsi sebagaimana mestinya.
3. Ketika kerusakan serius telah membuat benda tersebut menjadi tidak andal atau tidak aman untuk digunakan terus, sehingga memerlukan diambil segera dari stasiun kerjanya untuk diperbaiki (*repair*) atau digunakan (*replacement*) (Govil, 1983).

2.5.2. Mode Kegagalan (*Failure Mode*)

Failure mode adalah suatu keadaan dimana proses dapat berpotensi gagal memenuhi persyaratan proses atau desain. *Failure mode* dapat berupa penyebab terhadap *potential failure mode* pada proses berikut, atau efek dari *potential failure* pada proses sebelumnya

Suatu mode kegagalan tidak dapat terlepas dari 2 faktor utama yaitu penyebab (*cause*) dan akibat (*effect*). Suatu penyebab tunggal dapat memiliki akibat yang jamak.

Suatu kombinasi penyebab mungkin menuntun pada suatu akibat atau mungkin menimbulkan berbagai akibat. Terkadang pada suatu kasus terdapat suatu penyebab yang juga memiliki penyebab lain dapat menjadi suatu mode kegagalan. Sedangkan pada kasus lain suatu kejadian tunggal dapat menjadi suatu penyebab suatu dampak, dan suatu mode kegagalan. Mode kegagalan dibagi menjadi lima golongan, yaitu:

1. *Complete Failure*, yaitu kegagalan fungsional secara keseluruhan dimana kondisi obyek tidak dapat dioperasikan sama sekali.
2. *Partial Failure*, yaitu kegagalan yang terjadi pada kondisi obyek yang tidak dapat bekerja secara optimal memenuhi fungsinya seratus persen.
3. *Intermittent failure*, kegagalan terjadi sewaktu- waktu ditengah pengoperasian baik itu dalam intensitas tinggi maupun rendah.
4. *Failure over time*, yaitu degradasi kegagalan seiring dengan penambahan usia pakai obyek (*lifetime*)
5. *Over performance of function*, ada kalanya obyek sebelum mengalami salah satu dari keempat modus diatas memiliki kemampuan melebihi fungsi kinerja yang ditetapkan (biasanya sering terjadi sebelum mengalami *complete failure*). (Wenda, 2008)

2.5.3. Keuntungan *Failure Method and Effect Analysis* (FMEA)

Keuntungan yang didapatkan dari penerapan FMEA pada perusahaan, maka akan dapat diperoleh keuntungan yang diperoleh perusahaan, antara lain:

1. Meningkatkan kualitas, keandalan, dan keamanan produk.
2. Membantu meningkatkan kepuasan pelanggan.
3. Meningkatkan citra baik dan daya saing perusahaan.
4. Memperkirakan tindakan dan dokumen yang dapat mengurangi resiko.
5. Identifikasi fungsi dan persyaratan proses.
6. Identifikasi *potential failure mode* terhadap produk/ proses
7. Menilai efek dari suatu *potential failure* terhadap *customer*.
8. Identifikasi penyebab dan *variable* proses untuk menurunkan *occurance* dan mengontrol sistem deteksi.
9. Identifikasi penyebab dan *variable* suatu proses agar fokus pada *process control*.
10. Membuat peringkat *potential failure* untuk menentukan prioritas *preventive/ corrective action*.
11. Identifikasi penyimpangan sehingga *engineer* dapat fokus ke pengontrolan proses

untuk menghindari proses menghasilkan produk yang *unacceptable*.

12. Membantu membuat *control plan*. (www.bestsimplesystem.com)

2.5.4. Tujuan *Failure Modes and Effect Analyze (FMEA)*

Terdapat banyak tujuan dalam penggunaan metode ini, yang diantaranya adalah

1. Mengetahui dan memprediksi potensial kegagalan dari produk atau proses yang dapat terjadi.
2. Memprediksi dan mengevaluasi pengaruh dari kegagalan pada fungsi dalam sistem yang ada
3. Menunjukkan prioritas terhadap perbaikan suatu proses atau subsistem melalui daftar peningkatan proses atau subsistem yang harus diperbaiki.
4. Mengidentifikasi dan membangun tindakan perbaikan yang bisa diambil untuk mencegah atau mengurangi kesempatan terjadinya potensi kegagalan atau pengaruh pada sistem.
5. Mendokumentasikan proses secara keseluruhan.

2.5.5. Tipe *Failure Method and Effect Analysis (FMEA)*

Terdapat 6 macam tipe dasar dalam FMEA, yang diantaranya

1. *System FMEA*, digunakan untuk menganalisis sistem dan subsistem pada konsep permulaan dan tahap desain. Fokus pada jenis-jenis kegagalan pada suatu produk yang berhubungan dengan fungsi sebuah sistem yang diakibatkan oleh defisiensi desain.
2. *Design FMEA*, digunakan untuk menganalisis produk sebelum dilakukan produksi. Fokus pada jenis-jenis kegagalan pada suatu produk yang diakibatkan oleh defisiensi desain.
3. *Process FMEA*, digunakan untuk menganalisis proses manufaktur dan perakitan.
4. *Service*, berfokus pada fungsi jasa.
5. *Software*, berfokus pada fungsi software (Quality Engineering, 2008).
6. *Machinery FMEA (MFMEA)*: digunakan untuk menganalisa *potential failure* dan *effect* dari desain *mesin, tooling, dan equipment*. (www.bestsimplesystem)

2.5.6. Skala Penilaian dalam *Failure Method and Effect Analysis (FMEA)*

Berikut ini adalah daftar skala penilaian pada FMEA

1. *Severity (S)* adalah suatu perkiraan subyektif atau estimasi tentang bagaimana

buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan tersebut. Berikut *rating severity* oleh *Cayman Business Systems* dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. *Rating Severity*

Efek	Penjelasan	<i>Non Productive Time</i>	<i>Rank</i>
Sangat Berbahaya	Dapat membahayakan pegawai dan sistem itu sendiri tanpa ada peringatan	>6x24 jam	10
Berbahaya	Dapat membahayakan pegawai sendiri dengan ada peringatan terlebih dahulu	>5x24 jam-6x24 jam	9
Sangat tinggi	Kegagalan mengganggu sistem kerja secara total	>4x24 jam-5x24 jam	8
Tinggi	Kegagalan mempengaruhi 50% kerja sistem	>3x24 jam-4x24 jam	7
Sedang	Kegagalan mempengaruhi 25% kerja sistem	>2x24 jam-3x24 jam	6
Rendah	Kegagalan mempengaruhi 10% kerja sistem	>24 jam-2x24 jam	5
Sangat rendah	Kegagalan mempengaruhi kerja sistem	>12 jam-14 jam	4
Ringan	Kegagalan member efek minor pada sistem	>12 jam-14 jam	3
Sangat Ringan	Kegagalan member efek yang dapat diabaikan	>12 jam-14 jam	2
Tidak ada akibat	Kegagalan tidak memberikan efek	≤3 jam	1

Sumber: *Cayman Business Systems, Failure Mode and Effect Analysis* (2002: 81)

2. *Occurance (O)* adalah suatu perkiraan tentang probabilitas atau peluang bahwa penyebab akan terjadi dan menghasilkan modus kegagalan yang menyebabkan akibat tertentu. Berikut *rating occurance* oleh *Cayman Business Systems* dijelaskan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. *Rating Occurance*

Probabilitas Kegagalan	Probabilitas terjadinya kegagalan per Tahun	Possible Failure Rate	<i>Rank</i>
Hampir selalu	>500	≥1 dalam 2	10
Sangat tinggi	366-500	1 dalam 3	9
Tinggi	300-365	1 dalam 8	8
Agak tinggi	250-300	1 dalam 20	7
Medium	150-249	1 dalam 80	6
Rendah	50-149	1 dalam 400	5
Sedikit	10-49	1 dalam 2000	4
Sangat sedikit	5-9	1 dalam 15000	3
Sangat sedikit sekali	1-4	1 dalam 150000	2
Hampir tidak pernah	<1	1 dalam 1500000	1

Sumber: *Cayman Business Systems, Failure Mode and Effect Analysis* (2002: 82)

3. *Detection (D)* adalah perkiraan subyektif tentang bagaimana efektifitas dan metode pencegahan atau pendektasian. Berikut *rating detection* oleh *Cayman Business*

Systems dijelaskan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 *Rating Detection*

Deteksi	Kemungkinan Deteksi Oleh Kontrol	Rank
Tidak terdeteksi	Tidak mampu mendeteksi penyebab kegagalan	10
Sangat sedikit kemungkinan	Sangat kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	9
Sedikit kemungkinan	Kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Pengecekan mempunyai peluang yang rendah untuk mendeteksi kegagalan	7
Rendah	Pengecekan kemungkinan mendeteksi kegagalan	6
Cukup	Pengecekan kemungkinan akan mendeteksi kegagalan	5
Cukup Tinggi	Pengecekan kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Pengecekan mempunyai peluang besar mendeteksi kegagalan	3
Sangat Tinggi	Pengecekan hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan	2
Hampir Pasti	Pengecekan pasti dapat mendeteksi kegagalan	1

Sumber: *Cayman Business Systems, Failure Mode and Effect Analysis* (2002: 83)

2.5.7. Tahapan *Failure Method and Effect Analyze* (FMEA)

Langkah- langkah melakukan FMEA adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi proses atau produk/ jasa
2. Identifikasi mode kegagalan (*failure mode*) potensial selama proses
3. Identifikasi akibat kegagalan (*failure effect*) dan penyebabnya dari masalah potensial tersebut
4. Tentukan nilai *severity* tiap resiko
5. Tentukan nilai *occurance* tiap resiko
6. Tentukan nilai *detection* tiap resiko
7. Hitung nilai RPN untuk menentukan prioritas tindakan yang harus diambil

Risk Priority Number (RPN) merupakan *rating severity*, *occurance*, dan *detection*.

RPN diperoleh dengan mengalikan *rating severity*, *occurance*, dan *detection*. *Rating* dan RPN hanya digunakan untuk merangking kelemahan proses untuk mempertimbangkan tindakan yang mungkin untuk mengurangi kekritisian dan membuat proses lebih baik (Ford Motor Company, 1992):

$$RPN = severity \times occurrence \times detection \quad (2-11)$$

selanjutnya penentuan risiko kritis. Suatu risiko dikategorikan sebagai risiko kritis jika memiliki nilai RPN di atas nilai kritis (Yumaida, 2011):

$$RPN = \frac{\text{Total RPN}}{\text{Jumlah Risiko}} \quad (2-12)$$

8. Mengambil tindakan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko kritis.



BAB III METODE PENELITIAN

Metode Penelitian adalah tahap awal yang harus ditetapkan terlebih dahulu untuk menyelesaikan suatu masalah. Dengan adanya metode penelitian, maka penyusunan skripsi ini akan memiliki alur yang searah dan sistematis. Selain itu metode penelitian akan menjadi kerangka dasar berfikir logis bagi pengembangan penelitian ini kearah penarikan kesimpulan secara ilmiah.

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif. Menurut Sugiyono (2011), penelitian deskriptif adalah sebuah penelitian yang bertujuan untuk memberikan atau menjabarkan suatu keadaan atau fenomena yang terjadi saat ini dengan menggunakan prosedur ilmiah untuk menjawab masalah secara aktual. Penelitian ini dilakukan dalam rangka untuk mencari dan mengumpulkan data untuk selanjutnya didapatkan gambaran fakta yang jelas tentang keadaan dan situasi yang ada dalam perusahaan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. ISN Unit Patal Lawang yang beralamat di Jln. Indrokilo No.1 Lawang Malang. Penelitian ini dimulai pada bulan Februari 2014 – Juli 2014.

3.3. Tahap Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan terbagi menjadi 3, yaitu tahap pendahuluan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, dan tahap kesimpulan dan saran.

3.3.1. Tahap Pendahuluan

Penjelasan secara sistematis mengenai tahap pendahuluan adalah sebagai berikut:

1. Studi Lapangan

Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan pengamatan pada proses produksi meliputi proses *blowing*, *carding*, *drawing*, *speeding*, *ring spinning* dan *mach cone* yang terjadi di PT. ISN Unit Patal Lawang. Pengamatan ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran dari kondisi sebenarnya dari obyek yang akan diteliti. Hal ini nantinya akan bermanfaat bagi peneliti karena dapat memberikan gambaran yang jelas tentang obyek penelitian. Dari hasil studi lapangan ini peneliti dapat

mengetahui permasalahan yang terjadi pada perusahaan tersebut.

2. Studi Pustaka

Studi Pustaka berasal dari buku, jurnal, serta studi terhadap penelitian terdahulu dengan topik yang berkaitan dengan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Method and Effect Analysis* (FMEA).

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal dalam mengetahui dan memahami suatu persoalan agar dapat diberikan solusi pada permasalahan yang terjadi pada mesin *carding*.

4. Perumusan Masalah

Setelah mengidentifikasi permasalahan, dilanjutkan dengan merumuskan masalah yang sesuai dengan kenyataan di lapangan, yaitu mengenai rekomendasi perbaikan yang sesuai untuk mengatasi permasalahan pada mesin *carding*.

5. Penentuan tujuan penelitian

Tujuan penelitian perlu ditetapkan agar penulisan skripsi dapat dilakukan dengan sistematis dan tidak menyimpang dari permasalahan yang dibahas. Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya.

3.3.2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap pengumpulan dan pengolahan data, langkah- langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data

Pada proses ini, data atau informasi yang dikumpulkan harus sesuai dengan persoalan yang akan diteliti. Data ini nantinya akan menjadi *input* pada pengolahan data. Metode pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan observasi dan wawancara. Dalam penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder

a. Data Primer

Data Primer didapatkan melalui proses wawancara dengan kepala bagian maintenance untuk mengidentifikasi kegagalan serta proses *brainstorming* guna mendapatkan data ranking FMEA untuk setiap kegagalan.

b. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari arsip dan dokumen yang berhubungan dengan proses produksi perusahaan, diantaranya sebagai berikut:

1. Data *downtime* mesin *carding* November 2012- November 2013
2. Data jam kerja mesin *carding* November 2012- November 2013
3. Data produksi mesin *carding* November 2012- November 2013
4. Data *defect* mesin *carding* November 2012- November 2013
5. Profil perusahaan PT. ISN Unit Patal Lawang
6. Proses produksi PT. ISN Unit Patal Lawang
7. Struktur organisasi PT. ISN Unit Patal Lawang

2. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan, maka langkah selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan metode relevan sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Langkah- langkah yang dilakukan pada tahap pengolahan data ini adalah:

a. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Nilai OEE digunakan mengetahui seberapa besar efektivitas yang ada dalam pengoperasian mesin tersebut. Langkah perhitungan nilai OEE dilakukan antara lain adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Nilai *Availability Rate*

Perhitungan *Availability rate* dilakukan berdasarkan data waktu operasi dan data waktu *loading* pada mesin *carding*. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketersediaan mesin beroperasi atau tingkat pemanfaatan peralatan produksi.

2. Perhitungan *Performance Rate*

Perhitungan *Performance Rate* dilakukan berdasarkan jumlah *input*, *ideal cycle time*, dan waktu operasi pada mesin *carding*. Perhitungan ini untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin dan peralatan pada saat kegiatan produksi.

3. Perhitungan nilai *Rate of Quality*

Perhitungan *Rate of Quality* berdasarkan jumlah *input* dan jumlah cacat produk. Perhitungan ini untuk menentukan keefektifan produksi berdasarkan kualitas produk yang dihasilkan.

4. Perhitungan nilai OEE

Nilai OEE berdasarkan hasil perkalian dari *Availability Rate*, *Performance Rate*, *Rate of Quality*. Perhitungan nilai OEE sendiri berfungsi untuk mengetahui tingkat keefektifan dari mesin yang menjadi objek penelitian.

b. Perhitungan *Six Big Losses*

Six Big Losses adalah enam kerugian utama yang menyebabkan nilai efektivitas dari mesin rendah. Dimana tujuan dilakukan perhitungan *Six Big Losses* adalah untuk mengetahui *losses* mana yang menyebabkan nilai efektivitas mesin rendah.

c. Pengukuran *Failure Mode and Effect Analyze* (FMEA)

Langkah-langkah perhitungan FMEA

1. Identifikasi *Failure*
2. Identifikasi *Failure Mode*
3. Identifikasi *Failure Effect*
4. Menghitung *severity, occurrence, detection*
5. Menghitung RPN
6. Menghitung nilai kritis

Risiko dikategorikan sebagai risiko kritis dimana jika memiliki nilai RPN di atas nilai kritis, nilai RPN yang berada di atas nilai kritis, nantinya ditentukan sebagai prioritas tindakan yang harus diambil terhadap faktor-faktor penyebab menurunnya efektivitas mesin *carding*.

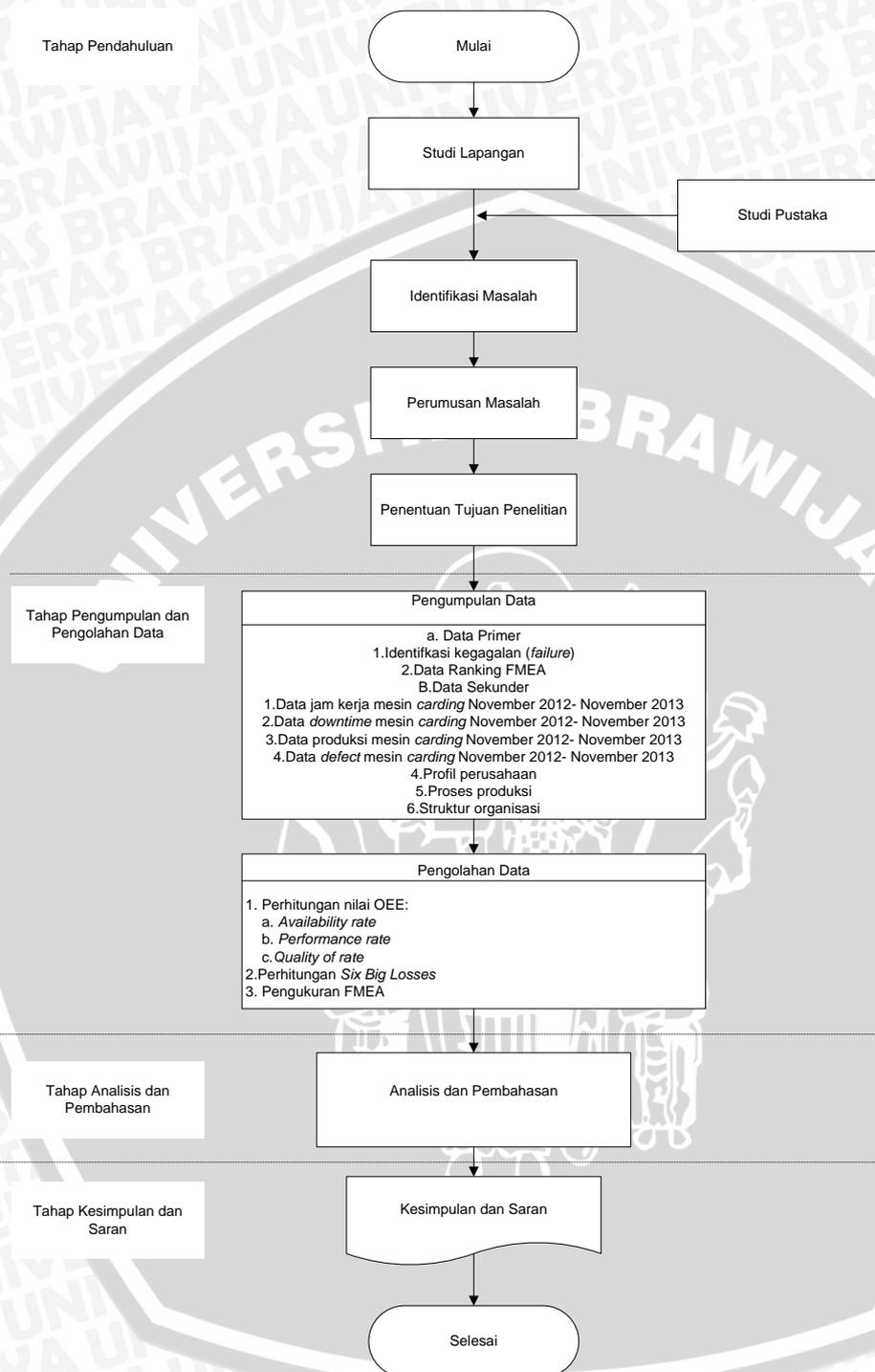
3.3.3. Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil dari OEE dan *six big losses* pada mesin *carding*. Pada tahap ini juga ditentukan rekomendasi perbaikan terhadap komponen kritis penyebab suatu kegagalan yang terjadi pada mesin *carding*.

3.3.4. Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir dari penelitian. Kesimpulan berisi hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Saran berisi tentang saran yang diberikan penulis bagi perusahaan maupun penelitian yang akan datang yang berkaitan dengan perawatan mesin.

3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan tentang analisis data dan pembahasan dari analisis tersebut sehingga nantinya dapat memberikan usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis pembahasan

4.1. Gambaran Umum Objek Penelitian

4.1.1. Profil Perusahaan

PT. ISN Unit Patal Lawang didirikan diatas tanah seluas 12,5 Ha. Pembangunannya dimulai sejak tahun 1962 dan baru selesai pada awal tahun 1966, kemudian dengan Surat Menteri Perindustrian No.21/RI/kpts/II/1966 tanggal 23 Februari 1966 dinyatakan statusnya berubah dari Proyek Pemintalan menjadi Pabrik Pemintalan dan diresmikan tepat pada tanggal 20 Februari 1966 oleh Bapak Dr. Soeharto sebagai Menteri Koordinator Keuangan RI.

Pada Perkembangannya PT. ISN Unit Patal Lawang mengalami perluasan pada tanggal 1 November 1977 dengan total kapasitas 34784 mata pinal dari kapasitas awal yang hanya 15200 mata pinal. PT. ISN Unit Patal Lawang hanya memproduksi Benang Tenun. Berdirinya PT. ISN Unit Patal Lawang turut melaksanakan dan menunjang kebijakan dan program pemerintah di bidang ekonomi dan pembangunan nasional pada umumnya, dibidang tekstil dan industri sejenisnya dengan menerapkan prinsip-prinsip Perseroan Terbatas. Adapun Visi dan Misi dari PT. ISN Unit Patal Lawang adalah sebagai berikut.

1. Visi

PT. ISN menjadi pemain kelas dunia dalam era globalisasi dengan menciptakan produk yang bernilai tambah dan berdaya saing tinggi, serta menjadi motor penggerak dalam industri tekstil Nasional dengan tujuan pasar baik local, regional maupun Internasional.

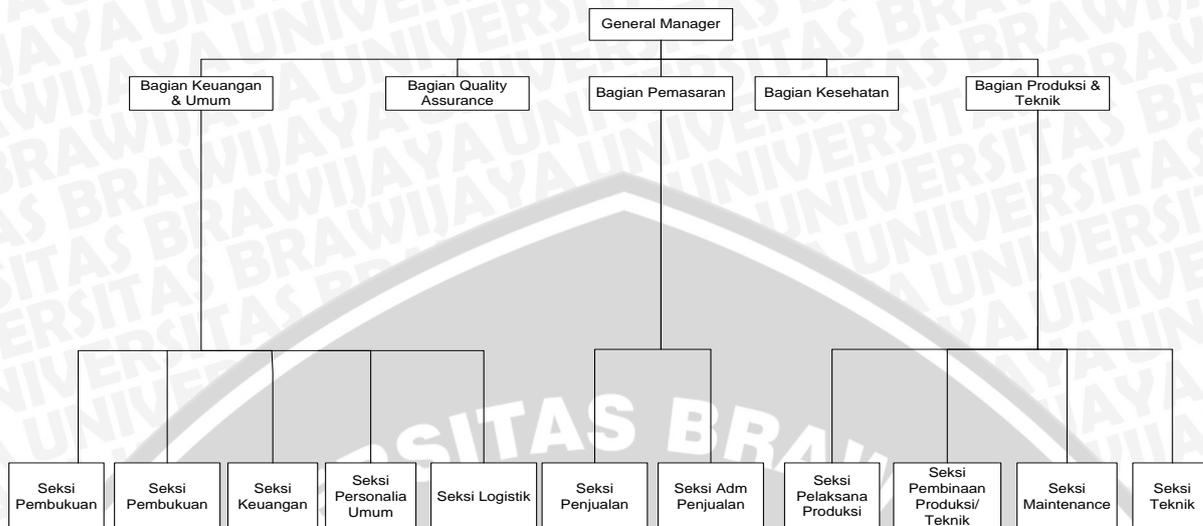
2. Misi

Mempertahankan kelangsungan hidup perusahaan dalam jangka panjang dengan cara :

- a. Melaksanakan proses menjalankan tugas yang terbaik
- b. Memberikan “hasil” yang terbaik bagi stake holder (pemegang saham, pelanggan, mitra kerja, karyawan, masyarakat, dan lain-lain)
- c. Memberikan citra yang terbaik dalam budaya usaha

4.1.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi dari PT. ISN Unit Patal Lawang dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT.ISN Unit Patal Lawang

4.1.2.1. Uraian Pekerjaan

PT. ISN unit Patal Lawang terdiri dari 5 bagian, yang dipimpin oleh *General Manager*, dimana tugas dari masing masing adalah sebagai berikut:

1. *General Manager*

Mempunyai tugas:

- Melaksanakan kebijakan direksi.
- Mengamankan semua kekayaan, inventaris dan surat-surat berharga.
- Mengambil tindakan manajemen lainnya yang dianggap perlu dan menguntungkan perusahaan setelah mendapat persetujuan terlebih dahulu.
- Membina hubungan baik dengan instansi pemerintah, perusahaan lain dan masyarakat.

Dalam melaksanakan tugasnya manager dibantu oleh lima kepala bagian yaitu:

- Kepala bagian Adminitrasi Keuangan dan Umum
- Kepala bagian *Quality Assurance*
- Kepala bagian Pemasaran
- Kepala bagian Kesehatan
- Kepala bagian Produksi dan Teknik

Dibawah ini dijelaskan uraian pekerjaan untuk masing- masing bagian, antara lain:

- Kepala bagian Administrasi Keuangan dan Umum

Mempunyai tugas:

1. Menyelenggarakan lalu lintas keuangan yang meliputi:
 - a. Penerimaan, penyimpanan dan pengeluaran.
 - b. Pengurusan surat-surat berharga dan barang-barang jaminan.
 - c. Membuat rencana kebutuhan uang perbulan.
 - d. Melakukan verifikasi.
 2. Menyelenggarakan penjualan barang yang meliputi:
 - a. Hasil produksi, waste dan barang bekas.
 - b. Meliputi sah dan lengkapnya jaminan atau surat berharga sehubungan dengan penjualan kredit.
 3. Menyelenggarakan pengadaan barang yang meliputi:
 - a. Barang atau jasa inventaris.
 - b. *Tools* dan bahan pembantu.
 4. Menyelenggarakan pergudangan yang meliputi:
 - a. Penerimaan barang dan pengeluaran barang.
 - b. Penyediaan barang dan pengendalian *inventory*.
 5. Mengatur kerja dan memberi rekomendasi atau pengangkatan, mutasi, promosi/demosi dan *training* untuk karyawan dibagian keuangan.
 6. Menyusun anggaran biaya dan pendapatan perusahaan.
 7. Mengatur pembinaan personil.
 8. Mengatur kegiatan pembinaan mental serta menyelenggarakan tugas-tugas penyuluhan terhadap masalah karyawan dan keluarga.
 9. Bersama-sama dengan bagian teknik dan bagian produksi mengatur usaha-usaha perlindungan keselamatan kerja.
 10. Mengatur rencana untuk pengangkatan, mutasi, promosi/demosi serta training untuk seluruh karyawan.
 11. Mengatur penyelenggaraan pelayanan umum dan kegiatan-kegiatan kerumah tanggaan dan angkutan dinas.
 12. Membuat rencana anggaran biaya personil, biaya umum dan biaya lainnya yang berhubungan dengan tugasnya.
 13. Mengatur kegiatan surat menyurat, pengumpulan data dan penyusunan laporan unit kekantor pusat.
2. *Kepala bagian Quality Assurance*
- Dalam rangka ISO 9002 PT. ISN unit Patal Lawang dalam struktur organisasinya

menambah satu menambah satu seksi yaitu seksi *Quality Assurance* yang membawahi 3 urusan yaitu urusan internal audit, urusan pelatihan dan pengendalian dokumen. Sedangkan tugasnya adalah

- a. Melaksanakan audit internal terhadap pelaksanaan instruksi kerja yang bersangkutan.
- b. Melaksanakan pelatihan karyawan.

3. Kepala bagian Pemasaran

Tugas seksi pemasaran adalah

- a. Menyusun rencana penjualan.
- b. Mengadakan riset pasar dan negosiasi mencari nasabah baru.
- c. Mengevaluasi kekuatan pesaing.
- d. Membina nasabah lama.
- e. Melayani pengaduan atau klaim atas hasil penjualan/produksi (*service* pasca jual)
- f. Mengadakan pembinaan dan bantuan modal kepada industri kecil atau ekonomi lemah.

4. Kepala bagian kesehatan

Mempunyai tugas:

1. Menyelenggarakan kegiatan-kegiatan dalam rangka melaksanakan program keluarga berencana dilingkungan perusahaan.
2. Memberikan rekomendasi kepada pimpinan atas hal-hal sebagai berikut:
 - a. Perawatan kesehatan karyawan dan keluarganya di poliklinik perusahaan.
 - b. Kondisi kesehatan dalam hubungannya dengan pengangkatan, istirahat sakit atau sesuai tidaknya pekerjaan yang dilakukan.
 - c. Melakukan pertolongan atas kecelakaan kerja dalam perusahaan, menganalisa serta meneliti sebab-sebab terjadinya kecelakaan.
 - d. Memimpin poliklinik perusahaan serta mengelola administrasinya.
 - e. Mengesahkan kwitansi dan meneliti resep-resep karyawan yang diperoleh dari dokter luar.

5. Kepala bagian Produksi dan Teknik

Mempunyai tugas:

1. Mengatur dan melaksanakan proses produksi.
2. Mengatur pelaksanaan maintenance, rehabilitasi dan *overhaul* mesin-mesin produksi

3. Membuat rencana bahan baku, bahan pembantu, spare part alat-alat serta bahan lain yang berhubungan dengan tugasnya.
4. Memeriksa dan mengevaluasi laporan komunikasi pelaksanaan produksi.
5. Memeriksa dan mengawasi serta mengevaluasi laporan hasil laboratorium dan administrasi produksi atau teknik.
6. Mengambil langkah-langkah jika terjadi penyimpangan dari setandar yang telah ditentukan.
7. Mengatur percobaan dan penelitian dibidang produksi.
8. Memberi rekomendasi atas barang yang akan dipergunakan untuk keperluan produksi.
9. Mengembangkan pikiran baru untuk kemajuan perusahaan.

4.1.3. Bahan Baku

Bahan baku dalam pembuatan Benang adalah Kapas. Dalam proses pemintalan benang dilakukan pengujian terhadap kapas. Dimana pengujian kualitas kapas meliputi faktor- faktor sebagai berikut:

1. *Grade*

Tujuan pengujian terhadap grade adalah untuk menyesuaikan jenis barang yang akan dipintal. *Grade* kapas ditentukan oleh 3 faktor

a. Warna

Warna dari kapas dapat dipengaruhi oleh cuaca, iklim dan mikro organism yang dapat menyebabkan kilaunya makin berkurang, makin lama makin redup, warna dapat berbintik- bintik kuning karena diserang jamur atau serangga

b. Kotoran pada kapas yang berupa biji (pecahan biji), daun dan batang kering.

c. Proses pemisahan serat kapas dari biji- bijinya.

Grade kapas yang rendah akan menghasilkan benang yang kurang baik, terutama dalam hal kerataan atau kemampuan benang, yang sering disebabkan oleh kandungan kotoran berupa kotoran berupa pecahan biji dan daun kering.

2. Panjang Serat

Panjang atau pendeknya serat kapas akan menentukan kemampuan serat untuk dipintal menjadi satu benang tertentu. Umumnya panjang serat kapas terbesar antara 1 inch sampai 2 inch.

3. Karakteristik Kapas

Karakteristik kapas ditentukan oleh 3 faktor utama, yaitu :

- a. Kekuatan serat
Apabila kekuatan seratnya rendah maka kekuatan benangnya akan rendah.
 - b. Kehalusan serat
Kehalusan serat erat hubungannya dengan umur serat. Kapas yang muda biasanya berserat halus dan kekuatannya rendah
 - c. Kedewasaan serat
Tua mudanya serat akan berpengaruh terhadap kualitas benang. Penilaian kedewasaan serat didasarkan atas prosentase serat dewasa pada sample
4. Kandungan Air
- Banyaknya prosentase kandungan air (uap air) dalam bahan tergantung dari jenis kapas itu sendiri.
5. *Mixing*
- Mixing* adalah pencampuran dari dua atau lebih bahan baku yang sejenis dengan tujuan:
- a. Menentukan harga bahan baku
 - b. Saling menutupi kekurangan sifat yang satu dengan yang lain, sehingga diperoleh mutu atau kualitas yang optimal
- Mixing* untuk bahan baku kapas bisa dilakukan untuk jenis :
- a. *Grade* yang berbeda
 - b. *Panjang Staple* (serat kapas) yang berbeda

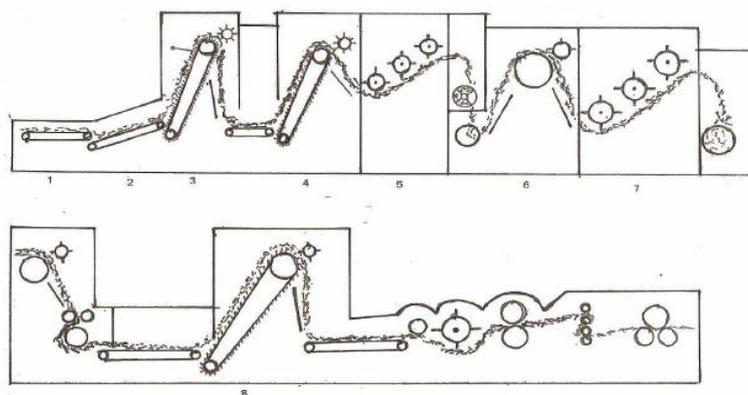
4.1.4. Proses Pemintalan Benang

Tahap- tahap sebelum kapas diproses adalah sebagai berikut:

- a. Ikatan pras kapas yang dalam bentuk bale (kelompok gundukan) dibuka untuk memberikan kesempatan agar yang dipras dapat mengembang.
- b. Bale kapas masuk *blowing room*, kemudian dikelompokkan menurut *grade* masing-masing sesuai dengan tujuan dari kualitas benang yang hendak dicapai.
- c. Kelompok kapas dicabik- cabik atau dipisah-pisahkan agar menjadi bagian yang kecil-kecil sekitar 150 gram s/d 250 gram.

Berikut ini merupakan tahap pemintalan benang tenun yang terjadi di PT.ISN unit Patal Lawang.

1. Proses pada mesin *blowing*



Gambar 4.2. Mesin *Blowing*

1. *Loftex Charger*
2. *Hopper Feeder*
3. *Hopper Feeder Cleaner*
4. *Pre Opener Cleaner*
5. *Condesor*
6. *Opener Cleaner*
7. *Micro even Feeder*
8. *Scutcher*

Satu *laydown* terdiri dari kelompok gundukan dengan cabikan yang merata. Tiap gundukan diusahakan volumenya memuat satu suapan untuk menghasilkan *blending* yang homogen setinggi mutu benang yang diinginkan. Setelah cabikan kapas disuapkan ke dalam unit mesin *blowing* maka proses yang berlangsung adalah:

- a. Pencampuran/*blending* untuk mendapatkan campuran homogen, mutu yang optimal dengan harga seekonomis mungkin.
- b. Pembukaan dilakukan agar serat dapat dengan mudah terurai, pada proses selanjutnya terpisah kotoran-kotorannya sehingga menghasilkan serat yang agak bersih.
- c. Pembersihan

Kotoran-kotoran yang terbawa oleh bahan baku dipisahkan dengan menggunakan *screen*, *beater* dan angin.

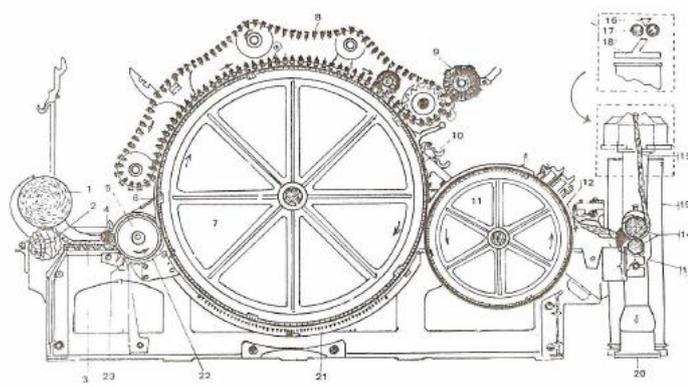
- d. Membuat *Lap*

Kualitas *lap* yang baik adalah bila:

- d. Beratnya memenuhi standar yang ditetapkan
- e. Berat kearah memanjang dan melebar harus sama

f. Gulungan harus baik, tidak lengket dan mudah diproses pada mesin *carding*
Lap akan terputus secara otomatis melalui pengaturan *counter*, dimana standar umum yang ditetapkan untuk *lap* yang baik yaitu jika memenuhi berat 18 kg, toleransi yang diperkenankan 100 gram. Proses selanjutnya setelah kapas terbentuk menjadi *lap* dilanjutkan dengan proses pada mesin *carding*.

2. Proses pada mesin *carding*



Gambar 4.3. Mesin *Carding*

1. Gulungan *Lap*
2. *Lap roll*
3. Pelat Penyuap
4. *Freed Roll*
5. *Taker-in*
6. Pelat Belakang
7. *Cylinder*
8. *Top Flat*
9. Sisir *Flat*
10. Pelat Depan
11. *Doffer*
12. Sisir *Doffer*
13. Terompet
14. *Sliver*
15. Terompet
16. Rol Penggilas
17. *Coiler*
18. *Can*
19. *Can Table*

20. Tutup bawah
21. Saringan kotoran
22. Pisau pembersih

Mesin *Carding* digunakan untuk merubah bentuk lap menjadi *sliver*. Dimana pada proses ini dilakukan

a. Pembersihan

Serbuk kapas yang menempel pada lap nantinya akan terpisahkan pada bagian ini, dimana nantinya kondisi lap siap untuk diubah menjadi *sliver*

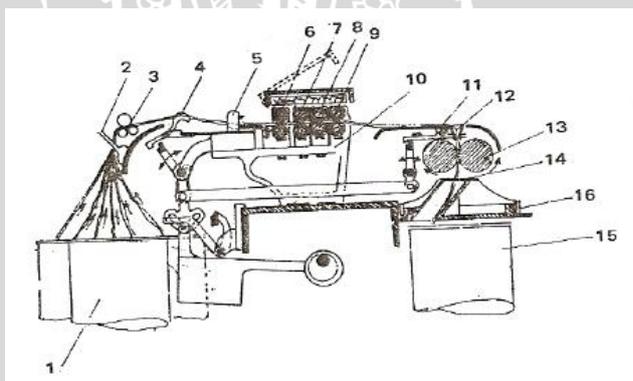
b. Pensejajaran serat

Pada proses ini kondisi lap harus dalam kondisi sejajar agar bisa diproses lebih lanjut, kondisi yang tidak sejajar dapat menyebabkan mesin mengalami kemacetan.

c. Membuat *sliver*

Lap yang sudah siap nantinya mengalami proses oleh mesin *carding* untuk selanjutnya diubah menjadi *sliver* (benang besar).

3. Proses pada mesin *drawing*



Gambar 4.4. Mesin *Drawing*

1. *Can Penyuaap*
2. *Sliver*
3. *Rol Penyuaap*
4. *Tumbler Stop Motion*
5. *Pengantar Sliver*
6. *Rol Peregang*
7. Rol peregang
8. Rol peregang
9. Rol Peregang
10. Penyangga Rol
11. *Front Stop Motion*

12. Terompet
13. Rol Penggilas
14. *Coiler*
15. *Can* Penampung

Proses yang terjadi pada mesin *drawing* sebagai berikut:

a. Perangkapan

Tujuannya untuk mendapatkan kerataan *sliver* yang baik. Makin banyak *sliver* *carding* yang dirangkap hasilnya semakin baik pula.

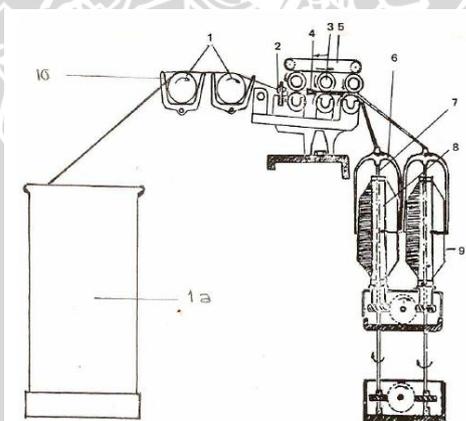
b. Pencampuran

Tujuannya untuk mendapatkan sifat-sifat gabungan dan saling menutupi kekurangan dari bermacam-macam serat, hingga dapat diperoleh kualitas yang optimal.

c. Penarikan

Tujuannya untuk mengajarkan serat-serat yang ada didalam *sliver* dan memperkecil diameter/ volume serat.

4. Proses pada mesin *speeding*



Gambar 4.5. Mesin *Speeding*

1. Rol Pengantar
- 1a. *Can*
2. Terompet
3. Tiga Pasang Rol Peregang
4. *Collector*
5. Pembersih
6. *Flyer*
7. *Spindel*
8. *Bobin*

9. Gulungan *Roving* pada *Bobin*

10. *Separator*

11. *Cradle*

Pada mesin *speed* terjadi proses *sliver* menjadi *roving* yang berlangsung sebagai berikut:

a. Penarikan

Terjadi karena adanya perbedaan kecepatan permukaan dari *frontroll* dengan *backroll* sehingga merubah bentuk *sliver* menjadi *roving* (benang mula)

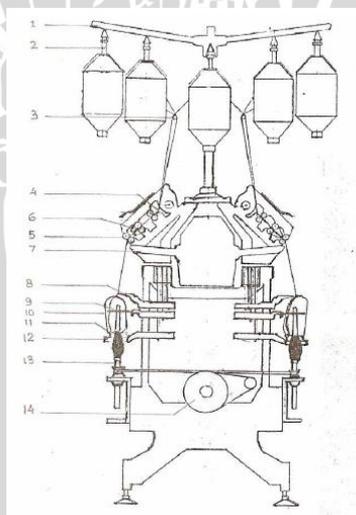
b. Penggintiran

Terjadi karena adanya perbedaan kecepatan *spindle* per menit dengan permukaan *frontroll*. Penggintiran ini berguna untuk memberikan kekuatan pada *roving* agar tidak putus waktu ditarik.

c. Penggulungan

Terjadi proses gulungan *roving* pada *robbin* oleh peralatan "*Builder Motion*" dengan membentuk tabung. Pada waktu diameter gulungan *roving* menjadi besar putaran menjadi lambat dan sebaliknya. Hal ini disebabkan karena adanya *cone drom* dan pemindahan *belt* yang bergerak dari diameter besar ke kecil.

5. Proses pada mesin *ring spinning*



Gambar 4.6. Mesin *Ring Spinning*

1. Rak Bobin

2. Bobbin Holder

3. Pengantar

4. Terompet

5. Rol Peregang

6. *Cradle*
7. Penghisap
8. Ekor Babi
9. Pengontrol Baloning
10. *Separator*
11. *Traveller*
12. *Ring*
13. *Spindle*
14. *Tin Roller*

Proses yang terjadi pada mesin *ring spinning* adalah sebagai berikut:

a. Penarikan

Untuk memungkinkan benang *roving* yang kasar dapat diubah menjadi benang halus menurut nomor yang dikehendaki.

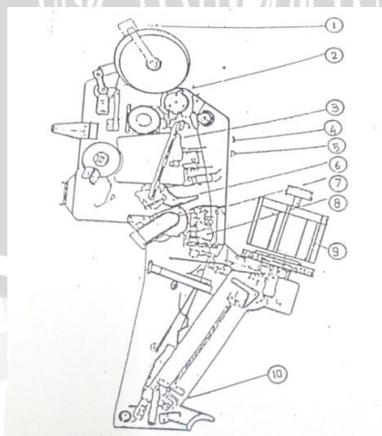
b. Pengintiran

Untuk memberikan kekuatan pada benang yang diproses. Besar kecilnya tergantung pula pada halus kasarnya benang yang dibuat (makin halus maka pengintiran makin banyak).

c. Penggulungan

Pada mesin ini penggulungan diatur oleh "*Builder Motion*" dengan *cut* dan kecepatan penggulungan yang tetap. Biasanya makin halus benang yang dibuat, makin cepat penggulungan yang dilaksanakan. Mesin *Ring Spinning Frame* buatan Toyoda mempunyai spesifikasi kapasitas 27.676 gr/*spindle*/jam.

6. Proses pada *Mach Cone*



Gambar 4.7. *Mach Cone*

- a. Cradle
- b. Full Package Indicator
- c. Relie Pipe
- d. Stop Button
- e. Drom Star Button
- f. Suction Mouth
- g. Yarn Trap
- h. Tensor
- i. Magazine Pocket
- j. Peg

Mesin ini merubah bentuk gulungan hasil dari mesin *Ring Spinning Frame* (RSF) menjadi bentuk gulungan atau kemasan berbentuk *Cone*.

4.2. Pengumpulan Data

4.2.1. Pengumpulan data primer

Data Primer didapatkan melalui proses wawancara dengan kepala bagian maintenance untuk mengidentifikasi kegagalan serta proses *brainstorming* guna mendapatkan data ranking FMEA untuk setiap kegagalan.

4.2.2. Pengumpulan data sekunder

Beberapa data sekunder yang diperoleh dari PT. ISN Unit Patal Lawang dapat dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.2, Tabel 4.3. Dimana pada pengumpulan data dibawah ini, merupakan pengumpulan data untuk satu mesin *carding*.

1.Data jam kerja mesin *carding* November 2012- November 2013

Dibawah ini data jam kerja untuk satu mesin *carding* yang terdapat pada PT. ISN Unit Patal Lawang.

Tabel 4.1 Data Jam Kerja mesin *carding*

No	Bulan	Jam kerja (menit)
1	November	38850
2	Desember	40260
3	Januari	38910
4	Februari	36210
5	Maret	38910
6	April	40260
7	Mei	38850
8	Juni	38850
9	Juli	41610
10	Agustus	32160

Lanjutan Tabel 4.1 Data Jam Kerja mesin *carding*

No	Bulan	Jam kerja (menit)
11	September	40260
12	Oktober	40260
13	November	38850

2. Data Produksi mesin *carding* November 2012-November 2013

Data produksi untuk satu mesin *carding* didapatkan dari total produksi yang terjadi pada bulan tersebut dibagi dengan jumlah mesin yang aktif pada bulan tersebut, hasil dari pembagian tersebut menjadi dasar pengolahan perhitungan pada penelitian ini, hal ini dilakukan dikarenakan tidak adanya catatan produksi per tiap mesin *carding* di PT. ISN Unit Patal Lawang.

Tabel 4.2 Data Jumlah Produksi mesin *carding*

No	Bulan	<i>Processed amount</i> (kg)	<i>Defect amount</i> (kg)	Mesin Aktif (unit)	Produksi Permesin (kg)	<i>Defect Permesin</i> (kg)
1	November	23938.3	1167	18	1330	65
2	Desember	51903.94	2652	27	1923	99
3	Januari	32995.46	994	24	1375	42
4	Februari	45980.4	1423	20	2300	72
5	Maret	66670.46	846	29	2299	30
6	April	64622.23	1072.99	40	1616	27
7	Mei	85881.66	779.02	40	2148	20
8	Juni	95510.82	1034	36	2654	29
9	Juli	101847.85	1128.99	36	2830	32
10	Agustus	69571.85	4111	36	1933	115
11	September	71928.834	1269.964	26	2767	49
12	Oktober	58817.395	1269	30	1961	43
13	November	71660.82	1620	28	2560	58

3. Data Downtime mesin *carding* November 2012-November 2013

Berikut ini adalah data *downtime* untuk satu mesin *carding* yang terjadi pada PT. ISN Unit Patal Lawang.

Tabel 4.3 Data *Downtime* Mesin *Carding*

No	Bulan	<i>Downtime</i> (menit)
1	November	7800
2	Desember	7500
3	Januari	6900
4	Februari	8220
5	Maret	7320
6	April	6600
7	Mei	6600

Lanjutan Tabel 4.3 Data *Downtime* Mesin *Carding*

No	Bulan	<i>Downtime</i> (menit)
8	Juni	7020
9	Juli	6960
10	Agustus	6960
11	September	7020
12	Oktober	6300
13	November	8160

4.3. Pengolahan Data

Pada pengolahan data ini dilakukan perhitungan dengan menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) termasuk dengan perhitungan *Six Big Losses*, setelah itu digunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang bertujuan untuk mengetahui penyebab kritis menurunnya efektifitas mesin *carding*.

4.3.1. Analisis Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

1. Perhitungan *Availability Rate*

Data yang dibutuhkan untuk menghitung *availability rate* antara lain data waktu kerja dan data waktu henti mesin yang dapat dilihat pada Tabel 4.4. Contoh perhitungan *availability rate* pada bulan November 2012 mengacu pada persamaan (2-2) adalah sebagai berikut:

$$\text{Operation time} = 38850 - 7800 = 31050$$

$$\text{Availability Rate} = \frac{31050}{38850} \times 100\% = 79.92\%$$

Adapun hasil perhitungan *availability rate* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan *Availability Rate* (AR)

No	Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operating Time</i> (menit)	AR
1	November	38850	7800	31050	79.92%
2	Desember	40260	7500	32760	81.37%
3	Januari	38910	6900	32010	82.27%
4	Februari	36210	8220	27990	77.30%
5	Maret	38910	7320	31590	81.19%
6	April	40260	6600	33660	83.61%
7	Mei	38850	6600	32250	83.01%
8	Juni	38850	7020	31830	81.93%
9	Juli	41610	6960	34650	83.27%
10	Agustus	32160	6960	25200	78.36%
11	September	40260	7020	33240	82.56%

Lanjutan Tabel 4.4 Hasil Perhitungan *Availability Rate* (AR)

No	Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operating Time</i> (menit)	AR
12	Oktober	40260	6300	33960	84.35%
13	November	38850	8160	30690	79.00%
Rata-rata					81.40%

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa rata-rata *availability rate* belum memenuhi standar global untuk nilai *availability rate* yaitu sebesar 90 % (Hegde., dkk, 2009). Nilai *availability rate* tertinggi berada pada bulan Oktober yaitu sebesar 84.35% dan nilai *availability rate* terendah berada pada bulan Februari yaitu sebesar 77.30%.

2. Perhitungan *Performance Rate*

Performance rate adalah rasio yang menggambarkan kemampuan suatu mesin/peralatan dalam menghasilkan suatu produk/ barang. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan ini adalah jumlah produk, ideal produk yang dihasilkan per menitnya dan waktu operasi yang masing-masing dapat dilihat pada Tabel 4.5. Ideal produk yang dihasilkan per menitnya oleh mesin *carding* yaitu 0.1645 kg *sliver* per menitnya. Contoh perhitungan *performance rate* pada bulan November 2012 mengacu pada persamaan (2-3) adalah sebagai berikut:

$$\text{Performance rate} = \frac{1330}{0.1645 \times (38850 - 7800)} \times 100 \% = 26.04 \%$$

Adapun hasil perhitungan *performance rate* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan *Performance Rate* (PR)

No	Bulan	<i>Processed amount</i> (kg)	<i>Ideal Cycle time</i> (kg/menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i>	PR
1	November	1330	0.1645	38850	7800	26.04%
2	Desember	1923	0.1645	40260	7500	35.68%
3	Januari	1375	0.1645	38910	6900	26.11%
4	Februari	2300	0.1645	36210	8220	49.95%
5	Maret	2299	0.1645	38910	7320	44.24%
6	April	1616	0.1645	40260	6600	29.19%
7	Mei	2148	0.1645	38850	6600	40.49%
8	Juni	2654	0.1645	38850	7020	50.69%
9	Juli	2830	0.1645	41610	6960	49.65%
10	Agustus	1933	0.1645	32160	6960	46.63%
11	September	2767	0.1645	40260	7020	50.60%
12	Oktober	1961	0.1645	40260	6300	35.10%
13	November	2560	0.1645	38850	8160	50.71%

Lanjutan Tabel 4.5 Hasil Perhitungan *Performance Rate* (PR)

No	Bulan	<i>Processed amount</i> (kg)	<i>Ideal Cycle time</i> (kg/menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i>	
Rata-rata						41.16%

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa rata-rata *performance rate* belum memenuhi standar global untuk nilai *performance rate* yaitu sebesar 90 % (Hegde., dkk, 2009). Nilai *performance rate* tertinggi berada pada bulan November 2013 yaitu sebesar 50.71% dan nilai *performance rate* terendah berada pada bulan November 2012 yaitu sebesar 26.04%.

3. Perhitungan *Rate Of Quality*

Rate of Quality adalah rasio mesin dalam menghasilkan suatu produk sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan ini adalah data produksi dan data produk cacat yang masing-masing dapat dilihat pada Tabel 4.6. Contoh perhitungan *rate of quality* pada bulan November 2012 mengacu pada persamaan (2-4) adalah sebagai berikut:

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{1330-65}{1330} \times 100 \% = 95.11\%$$

Adapun hasil perhitungan *rate of quality* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan *Rate Of Quality* (RQ)

No	Bulan	<i>Processed amount</i> (kg)	<i>Defect amount</i> (kg)	RQ
1	November	1330	65	95.11%
2	Desember	1923	99	94.85%
3	Januari	1375	42	96.95%
4	Februari	2300	72	96.87%
5	Maret	2299	30	98.70%
6	April	1616	27	98.33%
7	Mei	2148	20	99.07%
8	Juni	2654	29	98.91%
9	Juli	2830	32	98.87%
10	Agustus	1933	115	94.05%
11	September	2767	49	98.23%
12	Oktober	1961	43	97.81%
13	November	2560	58	97.73%
Rata-rata				97.34%

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dilihat yang memenuhi standar untuk nilai *rate of quality* hanya terdapat pada bulan Mei, dimana standar untuk nilai *rate of quality* sebesar 99% (Hegde., dkk, 2009). Nilai *rate of quality* tertinggi berada pada bulan Mei yaitu sebesar 99.07% dan nilai *rate of quality* terendah berada pada bulan Agustus yaitu sebesar 94.05%.

4. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Tahap ini menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* dari mesin *carding*, untuk mengetahui efektivitas secara total dari kinerja suatu peralatan dalam melakukan suatu pekerjaan yang sudah direncanakan, diukur dari data aktual terkait dengan *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality* yang masing-masing dapat dilihat pada Tabel 4.7. Contoh perhitungan OEE pada bulan November 2012 mengacu pada persamaan (2-1) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= 79.92\% \times 26.04\% \times 95.11\% \\ &= 19.79\% \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan OEE dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan OEE

No	Bulan	<i>Availability Rate</i>	<i>Performance Rate</i>	<i>Rate of Quality</i>	OEE
1	November	79.92%	26.04%	95.11%	19.79%
2	Desember	81.37%	35.68%	94.85%	27.54%
3	Januari	82.27%	26.11%	96.95%	20.83%
4	Februari	77.30%	49.95%	96.87%	37.40%
5	Maret	81.19%	44.24%	98.70%	35.45%
6	April	83.61%	29.19%	98.33%	23.99%
7	Mei	83.01%	40.49%	99.07%	33.30%
8	Juni	81.93%	50.69%	98.91%	41.07%
9	Juli	83.27%	49.65%	98.87%	40.88%
10	Agustus	78.36%	46.63%	94.05%	34.36%
11	September	82.56%	50.60%	98.23%	41.04%
12	Oktober	84.35%	35.10%	97.81%	28.96%
13	November	79.00%	50.71%	97.73%	39.15%
Rata-rata					32.60%

Pada Tabel 4.7 dapat diketahui besar nilai rata-rata OEE adalah 32.60%, nilai ini jauh dari ketentuan standar nilai OEE yaitu 85 % (Hegde., dkk, 2009). Nilai OEE tertinggi berada pada bulan Juni yaitu sebesar 41.07% dan nilai OEE terendah berada pada bulan November 2012 yaitu sebesar 19.79%.

4.3.2. Analisis Six Big Losses

OEE menyortir enam kerugian utama penyebab peralatan produksi tidak beroperasi secara normal. Dan enam kerugian utama ini dikelompokkan menjadi tiga yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *defect losses*.

1. Downtime Losses

Downtime mengakibatkan hilangnya waktu yang berharga untuk memproduksi barang dan digantikan dengan waktu memperbaiki kerusakan yang ada. *Downtime Losses* terdiri dari 2 macam *losses* yaitu:

a. Breakdown Losses

Breakdown Losses adalah suatu kerugian yang mengakibatkan mesin tidak beroperasi untuk menghasilkan *output* yang diinginkan dikarenakan kerusakan mesin atau peralatan secara tiba-tiba. Tentunya kondisi seperti ini menyebabkan kerugian bagi perusahaan dikarenakan waktu yang seharusnya terpakai untuk proses produksi menjadi terbuang untuk proses perbaikan mesin. Besarnya efektivitas mesin yang hilang pada mesin *carding* akibat *breakdown losses* ada bulan November 2012 mengacu pada persamaan (2-5) adalah sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{7260}{38310} \times 100 \% = 18.95 \%$$

Adapun hasil perhitungan untuk *breakdown losses* dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan *Breakdown Losses*

No	Bulan	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Breakdown Losses (%)
1	November	38850	7800	20.08
2	Desember	40260	7500	18.63
3	Januari	38910	6900	17.73
4	Februari	36210	8220	22.70
5	Maret	38910	7320	18.81
6	April	40260	6600	16.39
7	Mei	38850	6600	16.99
8	Juni	38850	7020	18.07
9	Juli	41610	6960	16.73
10	Agustus	32160	6960	21.64
11	September	40260	7020	17.44
12	Oktober	40260	6300	15.65
13	November	38850	8160	21.00

Dari Tabel 4.8 diatas dapat diketahui bahwa nilai *breakdown losses* tertinggi pada bulan Februari 2013 sebesar 22.70%, sedangkan nilai terendah yaitu pada bulan Oktober 2013 sebesar 15.65 %.

b. *Setup and Adjustment Losses*

Setup and adjustment losses terjadi karena adanya waktu yang terpakai akibat waktu *setup* yang lama. Besarnya efektivitas mesin yang hilang pada mesin *carding* akibat *setup and Adjustment losses* pada bulan November 2012 mengacu pada persamaan (2-6) adalah sebagai berikut:

$$\text{Setup and Adjustment Losses} = \frac{0}{38850} \times 100 \% = 0 \%$$

Adapun hasil perhitungan untuk *setup and adjustment* dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan *Setup And Adjustment Losses*

No	Bulan	Loading Time (Menit)	Setup Time (Menit)	Setup And Adjustment Losses (%)
1	November	38850	0	0
2	Desember	40260	0	0
3	Januari	38910	0	0
4	Februari	36210	0	0
5	Maret	38910	0	0
6	April	40260	0	0
7	Mei	38850	0	0
8	Juni	38850	0	0
9	Juli	41610	0	0
10	Agustus	32160	0	0
11	September	40260	0	0
12	Oktober	40260	0	0
13	November	38850	0	0

Setup and adjustment pada mesin *carding* hanya dilakukan ketika mesin mengalami kerusakan. Sehingga pada *downtime losses* ini, *losses* terbesar dipengaruhi oleh *breakdown losses*.

2. *Speed Losses*

Speed Losses adalah suatu keadaan dimana kecepatan proses produksi terganggu, sehingga produksi tidak dapat mencapai tingkat yang diharapkan. *Speed Losses* terdiri dari dua macam kerugian, yaitu:

a. *Idling and Minor Stoppage Losses*

Idling and Minor Stoppage Losses terjadi karena mesin mengalami pemberhentian sejenak seperti pembersihan kotoran saat produksi. Besarnya efektivitas mesin yang hilang pada mesin *carding* akibat *Idling and Minor Stoppage Losses* bulan November 2012 mengacu pada persamaan (2-7) adalah sebagai berikut:

$$\text{Idling and minor stoppages} = \frac{0}{38850} \times 100 \% = 0\%$$

Adapun hasil perhitungan untuk *Idling and Minor Stoppage Losses* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan *Idling and minor stoppages*

No	Bulan	Loading Time (menit)	Non Productive (menit)	Idling And Minor Stoppages Losses (%)
1	November	38850	0	0
2	Desember	40260	0	0
3	Januari	38910	0	0
4	Februari	36210	0	0
5	Maret	38910	0	0
6	April	40260	0	0
7	Mei	38850	0	0
8	Juni	38850	0	0
9	Juli	41610	0	0
10	Agustus	32160	0	0
11	September	40260	0	0
12	Oktober	40260	0	0
13	November	38850	0	0

Tidak ada waktu *idle* pada mesin *carding*, aktivitas pembersihan dilakukan ketika mesin sedang melakukan proses produksi.

b. *Reduced Speed Losses*

Reduced Speed Losses terjadi karena mesin mengalami penurunan kecepatan, dimana kecepatan *actual* mesin berbeda dengan kecepatan ideal pada mesin. Besarnya efektivitas mesin yang hilang pada mesin *carding* akibat *speed losses* pada bulan November 2012 mengacu pada persamaan (2-8) adalah sebagai berikut:

$$\text{Speed Losses} = \frac{31050 - (6.078 \times 1330)}{38850} \times 100 \% = 59.11 \%$$

Adapun hasil perhitungan untuk *reduced speed losses* dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan *Speed Losses*

No	Bulan	Processed amount (kg)	Loading Time (menit)	Operating Time (menit)	Ideal Cycle Time (Menit/Kg)	Speed Losses (%)
1	November	1330	38850	31050	6.078	59.11
2	Desember	1923	40260	32760	6.078	52.34
3	Januari	1375	38910	32010	6.078	60.79
4	Februari	2300	36210	27990	6.078	38.69
5	Maret	2299	38910	31590	6.078	45.27
6	April	1616	40260	33660	6.078	59.21
7	Mei	2148	38850	32250	6.078	49.40

Lanjutan Tabel 4.11 Hasil Perhitungan *Speed Losses*

No	Bulan	<i>Processed amount (kg)</i>	<i>Loading Time (menit)</i>	<i>Operating Time (menit)</i>	<i>Ideal Cycle Time (Menit/Kg)</i>	<i>Speed Losses (%)</i>
8	Juni	2654	38850	31830	6.078	40.41
9	Juli	2830	41610	34650	6.078	41.93
10	Agustus	1933	32160	25200	6.078	41.82
11	September	2767	40260	33240	6.078	40.79
12	Oktober	1961	40260	33960	6.078	54.74
13	November	2560	38850	30690	6.078	38.94

Pada Tabel 4.11 dapat dilihat *speed losses* yang terjadi paling besar terdapat pada bulan Januari dengan 59.11 % sedangkan *speed losses* terkecil terdapat pada bulan November dengan 38.94%. Sehingga pada *speed losses* ini, losses terbesar dipengaruhi oleh *reduced speed losses*.

3. *Quality losses*

Quality Losses adalah suatu kerugian yang diakibatkan produk tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. *Quality Losses* terdiri dari 2 macam, antara lain:

a. *Process Defect*

Losses ini terjadi karena produk mengalami kekurangan (cacat) setelah keluar dari proses produksi. Besarnya efektivitas mesin yang hilang pada mesin *carding* akibat *process defect* pada bulan November 2012 mengacu pada persamaan (2-9) adalah sebagai berikut:

$$\text{Process Defect} = \frac{6.078 \times 65}{38850} \times 100\% = 1.02\%$$

Adapun hasil perhitungan untuk *process defect* dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan *Process Defect*

No	Bulan	<i>Defect amount (Kg)</i>	<i>Loading Time (menit)</i>	<i>Ideal Cycle Time (Menit/Kg)</i>	<i>Quality Defect (%)</i>
1	November	65	38850	6.078	1.02
2	Desember	99	40260	6.078	1.49
3	Januari	42	38910	6.078	0.66
4	Februari	72	36210	6.078	1.21
5	Maret	30	38910	6.078	0.47
6	April	27	40260	6.078	0.41
7	Mei	20	38850	6.078	0.31
8	Juni	29	38850	6.078	0.45
9	Juli	32	41610	6.078	0.47
10	Agustus	115	32160	6.078	2.17

Lanjutan Tabel 4.12 Hasil Perhitungan *Process Defect*

No	Bulan	Defect amount (Kg)	Loading Time (menit)	Ideal Cycle Time (Menit/Kg)	Quality Defect (%)
11	September	49	40260	6.078	0.74
12	Oktober	43	40260	6.078	0.65
13	November	58	38850	6.078	0.91

Pada Tabel 4.12 didapatkan *process defect* yang terjadi pada bulan November, Desember, Februari, dan Agustus melebihi standar yang ditetapkan untuk *defect losses* yang sebesar 1 %. Untuk keseluruhannya *process defect* yang terjadi pada periode November 2012-November 2013 cukup bagus yang artinya mesin memiliki kemampuan dalam menghasilkan suatu produk sesuai dengan standar.

b. *Reduced Yield Losses*

Reduced Yield Losses adalah suatu kerugian yang diakibatkan percobaan bahan baku saat melakukan *setting* mesin yang akan beroperasi sampai tercapainya proses yang stabil. Besarnya efektivitas mesin yang hilang pada mesin *carding* akibat *reduced yield losses* pada bulan November 2012 mengacu pada persamaan (2-10) adalah sebagai berikut:

$$\text{Reduced Yield Losses} = \frac{6.078 \times 0}{38850} \times 100\% = 0\%$$

Adapun hasil perhitungan untuk *reduced yield losses* dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan *Reduced Yield Losses*

No	Bulan (menit)	Reject (menit)	Loading time (menit)	Ideal Cycle Time (Menit/Kg)	Yield Losses (%)
1	November	0	38850	6.078	0
2	Desember	0	40260	6.078	0
3	Januari	0	38910	6.078	0
4	Februari	0	36210	6.078	0
5	Maret	0	38910	6.078	0
6	April	0	40260	6.078	0
7	Mei	0	38850	6.078	0
8	Juni	0	38850	6.078	0
9	Juli	0	41610	6.078	0
10	Agustus	0	32160	6.078	0
11	September	0	40260	6.078	0
12	Oktober	0	40260	6.078	0
13	November	0	38850	6.078	0

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa besar nilai *yield losses* sebesar 0%. Hal ini dikarenakan tidak adanya percobaan bahan baku pada saat

memproduksi *sliver* pada mesin *carding*. Sehingga pada *Quality losses* ini, *losses* terbesar dipengaruhi oleh *Reduced Yield Losses*.

c. Analisis Six Big Losses

Dari keenam *losses* yang ada, *losses* yang memberi dampak paling besar berdasarkan *persentase losses* terhadap efektivitas mesin *carding* secara berturut-turut adalah *reduced speed losses*, *breakdown losses* dan *process defect*. Hasil rekapitulasi *persentase six big losses* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Rekap *Persentase Six Big Losses*

No	Bulan	<i>Breakdown Losses</i> (menit)	<i>Setup And Adjustment Losses</i> (menit)	<i>Idling And Minor Stoppages Losses</i> (menit)	<i>Speed Losses</i> (menit)	<i>Quality Defect</i> (menit)	<i>Yield Losses</i> (menit)
1	November	20.08%	0	0	59.11%	1.02%	0
2	Desember	18.63%	0	0	52.34%	1.49%	0
3	Januari	17.73%	0	0	60.79%	0.66%	0
4	Februari	22.70%	0	0	38.69%	1.21%	0
5	Maret	18.81%	0	0	45.27%	0.47%	0
6	April	16.39%	0	0	59.21%	0.41%	0
7	Mei	16.99%	0	0	49.40%	0.31%	0
8	Juni	18.07%	0	0	40.41%	0.45%	0
9	Juli	16.73%	0	0	41.93%	0.47%	0
10	Agustus	21.64%	0	0	41.82%	2.17%	0
11	September	17.44%	0	0	40.79%	0.74%	0
12	Oktober	15.65%	0	0	54.74%	0.65%	0
13	November	21.00%	0	0	38.94%	0.91%	0

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa jumlah waktu yang hilang pada masing-masing *losses* yang terjadi. Dengan cara mengalikan *persentase six big losses* dengan *loading time* pada bulan tersebut. Contoh perhitungan *persentase Breakdown Losses* pada bulan November adalah sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{persentase breakdown}}{100} \times \text{loading time}$$

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{20.08\%}{100} \times 38850 = 7800 \text{ menit}$$

Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan *Time Losses*

No	Bulan	<i>Breakdown Losses</i> (menit)	<i>Setup And Adjustment Losses</i> (menit)	<i>Idling And Minor Stoppages Losses</i> (menit)	<i>Speed Losses</i> (menit)	<i>Quality Defect</i> (menit)	<i>Yield Losses</i> (menit)
1	November	7800	0	0	22965.68627	395.0980392	0
2	Desember	7500	0	0	21071.17647	601.7647059	0
3	Januari	6900	0	0	23652.15686	255.2941176	0
4	Februari	8220	0	0	14009.60784	437.6470588	0
5	Maret	7320	0	0	17615.68627	182.3529412	0
6	April	6600	0	0	23837.2549	164.1176471	0
7	Mei	6600	0	0	19193.52941	121.5686275	0
8	Juni	7020	0	0	15697.84314	176.2745098	0
9	Juli	6960	0	0	17448.03922	194.5098039	0
10	Agustus	6960	0	0	13450.39216	699.0196078	0
11	September	7020	0	0	16420.98039	297.8431373	0
12	Oktober	6300	0	0	22040.19608	261.372549	0
13	November	8160	0	0	15129.21569	352.5490196	0
	Total	93360	0	0	242531.7647	4139.411765	0

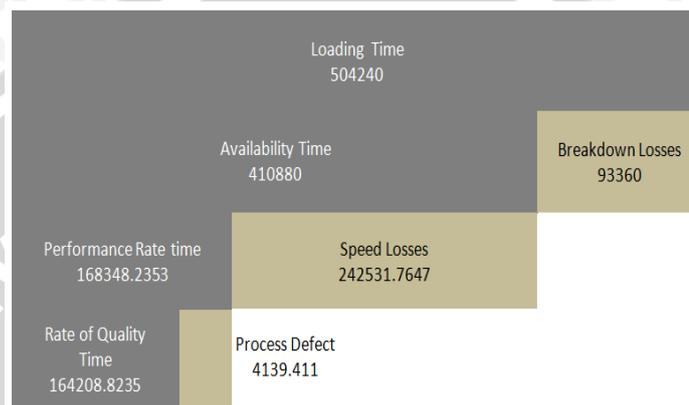
Dari total waktu yang hilang dapat dihitung persentase dan kumulatif persentase sebagai berikut:

Tabel 4.16 Persentase Kumulatif dari *Six Big Losses*

No	<i>Six Big Losses</i>	Total <i>Time Losses</i>	Persentase	Persentase Kumulatif
1	<i>Breakdown Losses</i>	93360	27.456	27.456
2	<i>Setup And Adjustment Losses</i>	0	0	27.456
3	<i>Idling And Minor Stoppages Losses</i>	0	0	27.456
4	<i>Speed Losses</i>	242531.7647	71.326	98.783
5	<i>Quality Defect</i>	4139.411765	1.217	100
6	<i>Yield Losses</i>	0	0	100
	Total	340031.1765	100	

Analisis terhadap perhitungan *six big losses* dilakukan untuk mengetahui berapa kontribusi masing-masing faktor yang mempengaruhi tingkat efektivitas penggunaan mesin *carding*. Waktu kerja yang tersedia untuk melakukan proses produksi pada periode November 2012-November 2013 adalah sebesar 504240 menit, dengan waktu loading 504240 menit hanya 410880 menit yang tersedia untuk produksi karena terdapat waktu henti mesin (*breakdown* mesin) sebesar 93360 menit. Hal ini nantinya akan berdampak pada waktu efektif untuk *performance rate*. Pada *performance rate* harusnya terdapat

waktu sebesar 410880 menit, akan tetapi karena adanya *speed losses* sebesar 242531.7647 menit maka yang terjadi adalah hanya terdapat 168348.2353 menit untuk waktu mesin beroperasi. Untuk *rate of quality time* harusnya dapat digunakan 168348.2353 menit akan tetapi karena *process defect* sebesar 4139.411 menit, maka waktu efektif untuk beroperasi adalah sebesar 164208.8235 menit. Gambaran waktu yang hilang (*time losses*) pada periode November 2012-November 2013 dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. *Time Losses* pada mesin *carding*

Dari Gambar diatas dapat diketahui bahwa keseluruhan *loading time* yang tersedia sebesar 504240 menit dan *losses* terbesar yang paling berpengaruh terhadap efektivitas mesin *carding* adalah *speed losses*, dimana pada *losses* tersebut, waktu yang hilang sebesar 242531.7647 menit. Selanjutnya adalah *breakdown losses* sebesar 93360 menit, dan yang terakhir adalah *process Defect* sebesar 4139.411 menit.

4.3.3. Analisis Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA merupakan suatu prosedur terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Berdasarkan perhitungan nilai OEE pada mesin *carding*, ditemukan *losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin *carding* yaitu *breakdown losses*, *reduced speed losses*, dan *process defect*. Untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan tertinggi pada *breakdown losses*, *reduced speed losses*, dan *process defect*, maka dilakukan suatu analisis dengan menggunakan metode FMEA. Setelah melakukan pengamatan pada proses produksi mesin *carding*, maka didapatkan *failure mode* dan *failure effect* pada tiap bentuk kegagalan. Data ini diperoleh melalui observasi langsung serta wawancara dengan kepala bagian *maintenance*. Data *failure mode* dan *failure effect* dapat dilihat pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 *Failure Mode dan Failure Effect* pada mesin *carding*

No	<i>Failure</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>
1	Jari-jari <i>comb</i> putus	Gesekan dengan <i>top flate</i>	<i>Top flate</i> rusak
2	<i>Flat Belt Cylinder</i> putus	Putaran yang berat antara <i>cylinder</i> dan <i>doffer</i>	Mesin berhenti beroperasi
3	<i>Wire taker in</i> putus	Masuknya benda asing (kawat) bersama dengan <i>lap</i>	Mesin berhenti beroperasi
4	<i>Cylinder</i> macet	<i>Flying waste</i> yang menempel pada <i>cylinder</i>	Mesin berhenti beroperasi
5	<i>Handle Freed roll</i> lepas	Posisi <i>handle freed roll</i> kurang rapat	<i>Freed roll</i> tidak dapat mengikat <i>lap</i>
6	<i>Roller chain</i> kendur	Baut kontrak kurang kencang	<i>Slip</i> putaran pada <i>bottom roller chain</i>
7	<i>Coiler error</i>	Terdapat benjolan pada <i>sliver</i> yang akan masuk pada <i>coiler</i>	Roda gigi pada <i>coiler</i> rompul
8	<i>Disco</i> kurang pelumas	Kondisi oli <i>Tellus 37</i> tidak mencukupi	Mesin lambat
9	<i>V belt</i> putus	Putaran mesin terlalu berat dan Oli yang sering mengenai <i>v belt</i>	Mesin berhenti beroperasi
10	<i>Flat doffer</i> cacat	Setting yang terlalu rapat dengan <i>cylinder</i>	<i>Defect sliver</i>
11	<i>Can table</i> macet	Gigi <i>can table</i> kemasukan kotoran	<i>Sliver</i> yang dihasilkan kurang kuat
12	<i>Roller doffer</i> macet	<i>Flying waste</i> yang menempel pada <i>roller doffer</i>	Mesin berhenti beroperasi
13	<i>Pulley comb</i> macet	<i>Flying waste</i> yang menempel pada <i>pully com</i>	Mesin berhenti beroperasi

Dibawah ini merupakan uraian mengenai penyebab dan efek dari kegagalan tersebut

a. Jari- jari *comb* putus

Fungsi jari-jari *comb* yaitu untuk meratakan permukaan *lap* yang nantinya akan diubah menjadi *sliver*, kondisi *comb* yang putus diakibatkan gesekan yang terjadi dengan *topflata*, hal ini bisa berakibat pada rusaknya *topflata* mesin *carding*. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

b. *Flatbelt cylinder* putus

Digunakan untuk menggerakkan *cylinder*, *flatbelt cylinder* putus dikarenakan putaran yang berat antara *cylinder* dengan *doffer*. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

c. *Wire taker in* putus

Wire taker in putus disebabkan benda asing (kawat) masuk bersamaan dengan *lap*, hal ini menyebabkan *wire taker in* putus. Hal ini menyebabkan *breakdown losses* pada *taker in*.

d. *Cylinder* macet

Cylinder macet dikarenakan kondisi *cylinder* yang penuh dengan *flying waste*, dimana

pada kondisi ini *flying waste* dapat menyebabkan putaran dari *cylinder* terganggu ataupun melambat, pada kondisi *cylinder* penuh dengan *flying waste* yang terjadi adalah *cylinder* tersebut tidak berputar. Hal ini dapat menyebabkan *speed losses*.

e. *Handle Freed roll* Lepas

Handle freed roll yang berfungsi untuk menggerakkan *freed roll* sehingga menyebabkan *freed roll* tidak bisa mengikat lap. Lepasnya *handle freed roll* dikarenakan posisi *handle* yang kurang rapat dan getaran selama proses produksi. Kerusakan ini dikategorikan dalam *breakdown losses*.

f. *Roller chain* kendur

Roller chain kendur diakibatkan getaran yang terjadi selama proses produksi dimana getaran tersebut mengakibatkan baut kontrak pada *roller chain* menjadi kendur sehingga menyebabkan slip putaran pada *bottom roller chain* yang nantinya berpengaruh pada putaran mesin *carding*. Hal ini menyebabkan *speed losses* dan *breakdown losses*.

g. *Coiler error*

Diakibatkan permukaan *sliver* yang tidak rata seperti benjolan ketika akan memasuki *coiler* sehingga menyebabkan roda gigi *coiler* rompul. Hal ini menyebabkan *breakdown losses* pada *coiler*.

h. *Disco* kurang pelumas

Diakibatkan oli *Tellus 37* pada kantung *disco* tidak mencukupi, hal ini dapat mengakibatkan penurunan pada kecepatan mesin (*speed losses*).

i. *V belt* putus

Putusnya *belt* dikarenakan putaran mesin terlalu berat dan intensitas *belt* terlalu sering terkena oli pada saat proses pelumasan pada bagian *pulley* mesin *carding* sehingga menyebabkan *v belt* mudah putus. Hal ini dapat menyebabkan *breakdown losses*.

j. *Flat doffer* cacat

Flat doffer yang cacat diakibatkan kondisi *setting doffer* yang terlalu rapat dengan *cylinder* sehingga mengakibatkan *doffer* menjadi cacat dan berakibat pada buruknya *web* yang dihasilkan, ketika *web* buruk nantinya berakibat pada cacat pada *sliver*. Hal ini dapat menyebabkan pada *defect losses*.

k. *Can table* macet

Macetnya *can table* macet diakibatkan gigi *can table* kemasukan *flying waste*, hal ini mengakibatkan tidak berputarnya *can table* sehingga yang terjadi adalah *sliver* menjadi kurang kuat. Hal ini dapat menyebabkan pada *defect losses*.

1. *Roller doffer* macet

Hal ini disebabkan karena *flying waste* yang menempel pada *roller doffer*, sehingga menyebabkan mesin *carding* berhenti beroperasi. Penumpukan *flying waste* pada *roller doffer* menyebabkan putaran menjadi berat dan menyebabkan *speed losses*.

m. *Pulley comb* macet

Hal ini disebabkan karena *flying waste* yang menempel pada *pulley com* sehingga menyebabkan mesin *carding* berhenti beroperasi. Penumpukan *flying waste* pada *pulley com* menyebabkan putaran menjadi berat dan hal ini menyebabkan *speed losses*.

a. Perhitungan Nilai *Severity*

Severity (S) adalah suatu perkiraan subyektif atau estimasi tentang bagaimana buruknya akibat dari kegagalan tersebut. Nilai *severity* diperoleh melalui *brainstorming* dengan kepala bagian *maintenance* terhadap dampak dan gangguan yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi. Kriteria verbal dan sistem peringkat untuk *severity* yang telah disesuaikan dengan kondisi mesin *carding* di PT.ISN unit Patal Lawang dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Kriteria verbal dan sistem peringkat untuk *Severity*

Rangking	Akibat	Kriteria verbal
10	Sangat berbahaya	<i>Downtime</i> mesin ≥ 600 menit
		Kerugian yang ditimbulkan tidak dapat diterima
9	Berbahaya	<i>Downtime</i> terjadi ≥ 480 menit sampai 599 menit
		Kerugian yang ditimbulkan sangat besar dari sisi waktu dan biaya
8	Sangat tinggi	<i>Downtime</i> mesin ≥ 360 menit sampai 479 menit
		Kerugian yang ditimbulkan sangat besar dari sisi waktu dan biaya
7	Tinggi	<i>Downtime</i> mesin ≥ 300 sampai 359 menit
		Kerugian yang ditimbulkan relatif besar dari sisi waktu dan biaya
6	Sedang	<i>Downtime</i> mesin ≥ 240 menit sampai 299 menit
		Kerugian yang ditimbulkan relatif besar dari sisi waktu dan biaya
5	Rendah	<i>Downtime</i> mesin ≥ 180 menit sampai 239 menit
		Kerugian yang ditimbulkan cukup besar dari sisi waktu dan biaya
4	Sangat rendah	<i>Downtime</i> mesin ≥ 60 menit sampai 179 menit
		Kerugian yang ditimbulkan kecil dari sisi waktu dan biaya
3	Ringan	<i>Downtime</i> mesin ≥ 30 menit sampai 59 menit
		Kerugian yang ditimbulkan sangat kecil dari sisi waktu dan biaya

Tabel 4.18 Kriteria verbal dan sistem peringkat untuk *Severity*

Rangking	Akibat	Kriteria verbal
2	Sangat ringan	<i>Downtime</i> terjadi \geq 15 menit sampai 29 menit
		Kerugian yang ditimbulkan sangat kecil dari sisi waktu dan biaya
1	Tidak ada akibat	<i>Downtime</i> mesin $<$ 15 menit
		Kerugian yang ditimbulkan sangat kecil dari sisi waktu dan biaya

Nilai *severity* dari masing-masing kegagalan, dampak dan penyebabnya dapat dilihat pada Tabel 4.19

Tabel 4.19 Nilai *Severity* untuk masing- masing Kegagalan

No	<i>Failure</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Downtime</i>	S
1	Jari-jari <i>comb</i> putus	<i>Top flate</i> rusak	\pm 75 menit	4
2	<i>Flat Belt Cylinder</i> putus	Mesin berhenti beroperasi	\pm 25 menit	2
3	<i>Wire taker in</i> putus	Mesin berhenti beroperasi	\pm 10 jam	10
4	<i>Cylinder macet</i>	Mesin berhenti beroperasi	\pm 75 menit	4
5	<i>Handle Freed roll</i> lepas	<i>Freed roll</i> tidak dapat mengikat lap	\pm 25 menit	3
6	<i>Roller chain</i> kendur	Slip putaran pada <i>bottom roller chain</i>	\pm 30 menit	3
7	<i>Coiler error</i>	Roda gigi pada <i>coiler</i> rompul	\pm 75 menit	4
8	<i>Disco</i> kurang pelumas	Mesin lambat	\pm 60 menit	4
9	<i>V belt</i> putus	Mesin berhenti beroperasi	\pm 75 menit	4
10	<i>Flat doffer</i> cacat	<i>Defect sliver</i>	\pm 75 menit	4
11	<i>Can table</i> macet	<i>Sliver</i> yang dihasilkan kurang kuat	\pm 45 menit	3
12	<i>Roller doffer</i> macet	Mesin berhenti beroperasi	\pm 75 menit	4
13	<i>Pulley comb</i> macet	Mesin berhenti beroperasi	\pm 75 menit	4

Untuk keterangan estimasi *downtime* didapatkan dari *brainstorming* dengan kepala bagian *maintenance*. Dari Tabel 4.19 diatas dapat diketahui untuk nilai *severity* tertinggi yaitu 10 yang terdapat pada permasalahan *wire taker in* putus.

b. Perhitungan Nilai *Occurance*

Occurance (*O*) menyatakan seberapa sering kegagalan tersebut terjadi. Nilai *occurance* didapatkan melalui *brainstorming* dengan kepala bagian *maintenance* untuk mesin *carding*. Kriteria verbal dan sistem peringkat untuk *occurance* dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Kriteria verbal dan sistem peringkat untuk *Occurance*

<i>Rangking</i>	<i>Probabilitas kegagalan</i>	<i>Kriteria verbal</i>	Kejadian
10	Hampir selalu	Kerusakan/kegagalan mesin selalu terjadi	>500
9	Sangat tinggi	Kerusakan/ kegagalan terjadi sangat tinggi	366-500
8	Tinggi	Kerusakan/ kegagalan terjadi tinggi	300-365
7	Agak tinggi	Kerusakan/ kegagalan terjadi agak tinggi	250-300
6	Medium	Kerusakan/ kegagalan terjadi pada tingkat yang medium	150-249
5	Rendah	Kerusakan/ kegagalan terjadi pada tingkat yang rendah	50-149
4	Sedikit	Kerusakan/kegagalan sedikit terjadi	10-49
3	Sangat sedikit	Kerusakan/kegagalan sangat sedikit terjadi	5-9
2	Sangat sedikit sekali	Kerusakan/kegagalan sangat sedikit sekali terjadi	1-4
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan/ kegagalan hampir tidak pernah terjadi	<1

Nilai *occurance* dari masing-masing kegagalan, dampak dan penyebabnya dapat dilihat pada Tabel 4.21

Tabel 4.21 Nilai *Occurance* untuk masing- masing Kegagalan

<i>No</i>	<i>Failure</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Occurance</i> (tahun)	O
1	Jari-jari comb putus	<i>Top flate</i> rusak	1 kali/tahun	2
2	<i>Flat Belt Cylinder</i> putus	Mesin berhenti beroperasi	12 kali/tahun	4
3	<i>Wire taker in</i> putus	Mesin berhenti beroperasi	1 kali/tahun	2
4	<i>Cylinder</i> macet	Mesin berhenti beroperasi	104 kali/tahun	5
5	<i>Handle freed roll</i> lepas	<i>Freed roll</i> tidak dapat mengikat lap	12 kali/tahun	4
6	<i>Roller chain</i> kendur	Slip putaran pada bottom <i>roller chain</i>	1 kali/tahun	2
7	<i>Coiler error</i>	Roda gigi pada <i>coiler</i> rompul	104 kali/tahun	5
8	<i>Disco</i> kurang pelumas	Mesin lambat	12 kali/tahun	4
9	<i>V belt</i> putus	Mesin berhenti beroperasi	6 kali/tahun	3
10	<i>Flat doffer</i> cacat	<i>Defect sliver</i>	52 kali/tahun	5
11	<i>Can table</i> macet	<i>Sliver</i> yang dihasilkan kurang kuat	13 kali/tahun	4
12	<i>Roller doffer</i> macet	Mesin berhenti beroperasi	79 kali/tahun	5
13	<i>Pulley comb</i> macet	Mesin berhenti beroperasi	104 kali/tahun	5

Untuk keterangan estimasi *occurance* didapatkan dari *brainstorming* dengan kepala bagian *maintenance*. Dari Tabel 4.21 diatas dapat diketahui untuk nilai *occurance* yang

tinggi terdapat pada permasalahan *cylinder macet*, *coiler error*, *flat doffer macet*, *roller doffer macet*, dan *pulley comb macet*.

c. Perhitungan Nilai *Detection*

Detection menggambarkan tentang bagaimana efektifitas dan metode pencegahan atau pendektasian. Nilai *detection* didapatkan melalui *brainstorming* dengan kepala bagian *maintenance* mengenai sistem alat pendeteksi kegagalan yang terjadi pada mesin *carding*. Kriteria verbal dan sistem peringatan untuk *detection* yang telah disesuaikan dengan kondisi mesin *carding* di PT.ISN unit Patal Lawang dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Kriteria verbal dan Sistem Peringkat untuk *Detection*

Ranking	Akibat	Kriteria Verbal
10	Tidak terdeteksi	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure effect</i>
		Dapat diketahui setelah aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan tidak pasti
9	Sangat sedikit kemungkinan	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure effect</i>
		Dapat diketahui setelah aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator sangat sedikit kemungkinan untuk mendeteksi kegagalan
8	Sedikit kemungkinan	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure effect</i>
		Dapat diketahui setelah aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator sedikit kemungkinan untuk mendeteksi kegagalan
7	Sangat rendah	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure effect</i>
		Dapat diketahui setelah aktivitas sedang dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan sangat rendah
6	Rendah	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure</i>
		Dapat diketahui saat aktivitas sedang dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan rendah
5	Cukup	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure</i>
		Dapat diketahui saat aktivitas sedang dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan cukup
4	Cukup Tinggi	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure</i>
		Dapat diketahui saat aktivitas sedang dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan cukup tinggi
3	Tinggi	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure effect</i>
		Dapat diketahui sebelum aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan tinggi
2	Sangat tinggi	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure effect</i>
		Dapat diketahui jauh hari sebelum aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator untuk mendeteksi kegagalan sangat tinggi
1	Hampir pasti	Terjadinya kegagalan dapat diketahui dari <i>failure effect</i>
		Dapat diketahui jauh hari sebelum aktivitas dilakukan
		Kemampuan operator hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan

Nilai *detection* dari masing-masing kegagalan, dampak dan penyebabnya dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Nilai *Detection* untuk masing-masing Kegagalan

No	<i>Failure</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Detection</i>	D
1	Jari- jari <i>comb</i> putus	<i>Top flate</i> rusak	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu terjadi rusak pada <i>topflata</i>	7
2	<i>Flat Belt Cylinder</i> putus	Mesin berhenti beroperasi	Deteksi dari <i>failure effect</i> , ketika mesin berhenti beroperasi	7
3	<i>Wire taker in</i> putus	Mesin berhenti beroperasi	Deteksi dari <i>failure effect</i> dan pembongkaran pada <i>taker in</i>	10
4	<i>Cylinder</i> macet	Mesin berhenti beroperasi	Deteksi dari <i>failure effect</i> , setelah <i>cylinder</i> tidak berputar	7
5	<i>Handle freed roll</i> lepas	<i>Freed roll</i> tidak dapat mengikat lap	Diketahui dari <i>freed roll</i> yang tidak dapat mengikat lap	7
6	<i>Roller chain</i> kendur	Slip putaran pada <i>bottom roller chain</i>	Deteksi dari <i>failure mode</i> yaitu saat diketahui baut kontrak kurang kencang	3
7	<i>Coiler error</i>	Roda gigi pada <i>coilar</i> rompul	Deteksi setelah <i>sliver</i> tidak keluar dari <i>coiler</i>	7
8	<i>Disco</i> kurang pelumas	Mesin lambat	Deteksi dari <i>failure effect</i> yaitu mesin berjalan lambat	7
9	<i>V belt</i> putus	Mesin berhenti beroperasi	Deteksi setelah mesin berhenti beroperasi	7
10	<i>Flat doffer</i> cacat	<i>Defect sliver</i>	Deteksi saat banyaknya cacat <i>sliver</i> yang dihasilkan	7
11	<i>Can table</i> macet	<i>Sliver</i> yang dihasilkan kurang kuat	Deteksi dari <i>can table</i> saat berhenti berputar	7
12	<i>Roller doffer</i> macet	Mesin berhenti beroperasi	Deteksi dari <i>failure effect</i> , ketika mesin berhenti	7
13	<i>Pully comb</i> macet	Mesin berhenti beroperasi	Deteksi dari <i>failure effect</i> , saat mesin berhenti	7

Untuk keterangan estimasi *detection* didapatkan dari *brainstorming* dengan kepala bagian *maintenance*. Dari Tabel 4.23 diatas dapat diketahui untuk nilai *detection* tertinggi yaitu 10 yang terdapat pada permasalahan *wire taker in* putus.

d. Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Setelah didapatkan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* dari tiap- tiap kegagalan, maka dilakukan proses perhitungan RPN. RPN didapat dari perkalian antara *severity* (S), *occurance* (O), dan *detection* (D). Pada Tabel 4.24 dapat dilihat hasil dari perhitungan nilai RPN pada tiap kegagalan yang terjadi pada mesin *carding*.

Tabel 4.24 Nilai RPN untuk masing-masing kegagalan

No	<i>Failure</i>	<i>Failure mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	O	D	RPN
1	Jari- jari <i>comb</i> putus	Gesekan dengan <i>top flate</i>	<i>Top flate</i> rusak	4	2	7	56

Lanjutan Tabel 4.24 Nilai RPN untuk masing-masing kegagalan

No	Failure	Failure mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
2	Flat Belt Cylinder putus	Putaran yang berat antara cylinder dan doffer	Buruknya web yang dihasilkan	3	4	7	84
3	Wire taker in putus	Masuknya benda asing bersama dengan lap	Mesin berhenti beroperasi	10	2	10	200
4	Cylinder macet	Flying waste yang menempel pada cylinder	Mesin berhenti beroperasi	4	5	7	140
5	Handle freed roll lepas	Posisi handle freed roll kurang rapat	Freed roll tidak dapat mengikat lap	2	4	7	56
6	Roller chain kendur	Baut kontrak kurang kencang	Slip putaran pada bottom roller chain	3	2	3	18
7	Coiler error	Terdapat benjolan pada sliver yang akan masuk pada coiler	Roda gigi pada coiler rompul	4	5	7	140
8	Disco kurang pelumas	Kondisi oli Tellus 37 tidak mencukupi	Mesin lambat	4	4	7	112
9	V belt putus	Putaran mesin berat dan Oli yang sering mengenai v belt	Mesin berhenti beroperasi	4	3	7	84
10	Flat doffer cacat	Setting yang terlalu rapat dengan cylinder	Defect sliver	4	5	7	140
11	Can table macet	Gigi can table kemasukan kotoran	Sliver yang dihasilkan kurang kuat	3	4	7	84
12	Roller doffer macet	Flying waste yang menempel pada roller doffer	Mesin berhenti beroperasi	4	5	7	140
13	Pully comb macet	Flying waste yang menempel pada pulley com	Mesin berhenti beroperasi	4	5	7	140

Selanjutnya penentuan risiko kritis. Suatu risiko dikategorikan sebagai risiko kritis jika memiliki nilai RPN di atas nilai kritis.

$$\text{Nilai Kritis RPN} = \frac{\text{Total RPN}}{\text{Jumlah Risiko}}$$

$$\text{Nilai Kritis RPN} = \frac{1392}{13} = 107.7$$

Dari perhitungan diatas di dapatkan nilai kritis yang didapat adalah 107.07, dari perhitungan tersebut prioritas perbaikan diberikan kepada kegagalan yang memiliki nilai RPN diatas nilai kritis.

4.4. Analisis dan Rekomendasi Perbaikan

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai analisis dan rekomendasi perbaikan yang sesuai dengan kondisi perusahaan sehingga dapat mengatasi masalah yang terjadi pada mesin *carding*. Berdasarkan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin *carding* didapatkan bahwa rata-rata nilai OEE pada periode November 2012- November 2013 adalah sebesar 32.60%, hal ini jauh dibawah standar 85% untuk nilai OEE dari suatu peralatan (Hegde., dkk, 2009). Dari perhitungan *six big losses*, *Losses* terbesar yang paling berpengaruh terhadap efektivitas mesin *carding* adalah *speed losses*, dimana pada *losses* tersebut, waktu yang hilang sebesar 242531.7647 menit. Selanjutnya adalah *breakdown losses* sebesar 93360 menit, dan yang terakhir adalah *process defect* sebesar 4139.411 menit.

Sedangkan dari perhitungan RPN pada Tabel 4.24, didapatkan 7 komponen penyebab efektivitas dari mesin *carding* turun, dibawah ini dijelaskan mengenai rekomendasi perbaikan yang diberikan pada 7 komponen penyebab efektivitas mesin *carding* turun, guna mencegah kegagalan tersebut terjadi lagi.

1. *Wire taker in* putus, RPN bernilai 200

Dari tabel FMEA, didapatkan nilai *severity* yaitu 10 dikarenakan pada kegagalan ini menimbulkan kerugian waktu dan proses perbaikannya membutuhkan waktu yang sangat lama yaitu 10 jam. Untuk *occurrence* bernilai 2, hal ini berdasarkan intensitas kejadian *wire taker in*, dimana kejadian yang terjadi selama periode tersebut sebanyak 1 kali, sedangkan *detection* bernilai 10 dikarenakan terjadinya kegagalan cukup sulit untuk dideteksi, diperlukan pembongkaran pada *taker in*. Hal ini diakibatkan oleh masuknya benda padat yang masuk bersamaan dengan *lap* seperti kawat, sehingga mengakibatkan *wire* pada *taker in* putus dan menyebabkan mesin berhenti beroperasi, dan hal ini membutuhkan perbaikan yang lama, yaitu dengan melakukan pembongkaran pada bagian *taker in*. Belum adanya tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan, menyebabkan potensi kegagalan seperti ini dapat terjadi lagi. Rekomendasi yang diberikan yaitu dengan melakukan pemasangan sistem proteksi dimana sistem proteksi yang digunakan merupakan sistem proteksi konvensional yaitu *proximity switch* pada mesin *carding*, komponen ini mempunyai dua sistem proteksi yaitu induktif dan kapasitif, sistem proteksi induktif digunakan untuk mengamankan benda-benda yang mempunyai unsur logam sedangkan sistem proteksi kapasitif digunakan untuk mengamankan selain logam, seperti plastik, larutan elektrolit, dan lainnya. Cara kerja dari *proximity switch* yaitu ketika mendeteksi

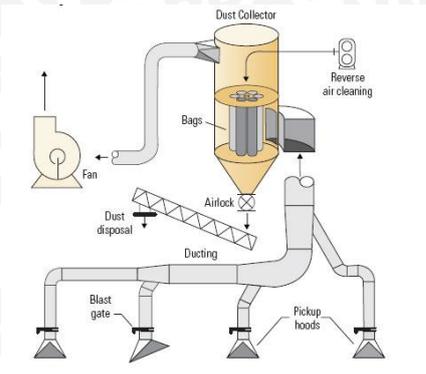
keberadaan logam dan secara otomatis alat proteksi ini mematikan mesin *carding* dan selanjutnya operator menyingkirkan benda logam tersebut. Apabila rekomendasi ini dilakukan diharapkan dapat mengurangi *breakdown losses* yang terjadi pada *wire taker in*. Pada gambar 4.9 merupakan contoh *proximity switch*.



Gambar 4.9. *Proximity Switch*

2. *Cylinder* macet, RPN bernilai 140

Dari tabel FMEA, ditentukan *severity* bernilai 4 dikarenakan pada kegagalan menimbulkan dampak kerugian dari segi waktu, dimana menyebabkan mesin berhenti beroperasi. Untuk membuat mesin *carding* berjalan kembali diperlukan tindakan perbaikan pada *cylinder* selama 1 jam. Untuk *Occurance* bernilai 5 hal ini berdasarkan intensitas kejadian dari komponen *cylinder* pada mesin *carding*, pada mesin *carding* selama periode tersebut, dimana mesin *carding* pada periode tersebut mengalami sebanyak 104 kali, sedangkan *detection* bernilai 7 dikarenakan, terjadinya kegagalan diketahui setelah *cylinder* tidak berputar. *Cylinder* macet dikarenakan permukaan *cylinder* yang penuh dengan *flying waste*, menumpuknya *flying waste* pada permukaan *cylinder* menyebabkan putaran mesin *carding* menjadi lambat sebelum akhirnya menyebabkan macet pada *cylinder*. Tindakan pencegahan yang selama ini yaitu dengan menggunakan *blower*, penggunaan *blower* kurang efektif karena penggunaannya melibatkan tenaga operator dan proses *blower* tidak bisa dilakukan secara *continue* selama proses produksi. Rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan ialah penempatan *dust collector* bisa digunakan dalam upaya mencegah *flying waste* menumpuk pada bagian *cylinder*, dimana prinsip kerja dari *dust collector* yaitu menghisap kotoran (*flying waste*). Apabila hal ini dilakukan diharapkan nantinya dapat mengurangi *speed losses* yang terjadi pada mesin *carding*. Pada gambar 4.10 merupakan contoh *dust collector*.



Gambar 4.10. *Dust Collector*

3. *Coiler error*, RPN bernilai 140

Dari tabel FMEA, didapatkan nilai *severity* yaitu 4 dikarenakan pada kegagalan ini menimbulkan kerugian waktu dan proses perbaikannya membutuhkan waktu selama 75 menit, *occurrence* bernilai 5, hal ini berdasarkan intensitas kejadian *coiler* mengalami masalah dimana kejadian yang terjadi selama periode tersebut sebanyak 104 kali, sedangkan *detection* bernilai 7 dikarenakan kegagalan dideteksi ketika *sliver* tidak keluar dari *coiler*. *Coiler error* ini diakibatkan adanya tonjolan pada *sliver* yang masuk pada *coiler*, kondisi *sliver* yang tidak rata menyebabkan *sliver* menekan *coiler*, kondisi seperti ini dapat menyebabkan gigi *coiler* rompul. Belum adanya tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan, menyebabkan potensi kegagalan seperti ini dapat terjadi lagi. Rekomendasi yang dapat diberikan yaitu dengan melakukan pemasangan *limit switch* pada *coiler*. *Limit switch* merupakan komponen yang bekerja berdasarkan tekanan. *Limit switch* dalam mesin *carding* berfungsi sebagai pengaman otomatis ketika ada kapas yang menyumbat di dalam *gear*, sistem kerjanya yaitu ketika ada kapas yang menyumbat di dalam *coiler*, otomatis sistem proteksi ini akan mematikan mesin, dan setelah itu dilakukan pembongkaran pada *coiler* guna membuang *web* yang masuk pada *coiler*. Apabila rekomendasi ini dilakukan nantinya dapat mencegah terjadinya *breakdown* pada *coiler*. Pada gambar 4.11 merupakan contoh *limit switch*.



Gambar 4.11. *Limit switch*

4. Flat doffer cacat, RPN bernilai 140

Dari tabel FMEA, ditentukan *severity* bernilai 4 dikarenakan pada kegagalan ini menimbulkan dampak kerugian dari segi waktu dimana mesin menjadi berhenti beroperasi. Untuk membuat mesin *carding* berjalan kembali diperlukan tindakan perbaikan pada *flat doffer* selama 75 menit. Untuk *occurrence* bernilai 5, hal ini berdasarkan intensitas kejadian pada *flat doffer* selama periode tersebut dimana mesin *carding* pada periode tersebut mengalami sebanyak 104 kali, sedangkan *detection* bernilai 7 dikarenakan kegagalan dideteksi ketika mesin berhenti beroperasi. Cacat yang terjadi pada flat doffer adalah tumpuhnya jarum- jarum pada *doffer* dan *cylinder*. Hal ini diakibatkan pengaturan antara *flat doffer* dan *cylinder* yang terlalu rapat. Pengaturan normal antara *flat doffer* dan *cylinder* adalah 0,125-0,15 mm. Jika pengaturan antara *cylinder* dan *doffer* sangat dekat akan mempengaruhi transfer serat dan juga mengakibatkan buruknya *sliver* yang dihasilkan (*defect losses*). Pemberian pelatihan cara *setting* mesin *carding* pada semua operator menjadi cara yang efektif untuk mencegah terjadinya mode kegagalan seperti ini. Oleh karena itu diperlukan kesesuaian pengaturan antara tiap-tiap operator, apabila rekomendasi ini dilakukan diharapkan nantinya dapat mengurangi *defect losses* yang terjadi pada mesin *carding*.

5. Roller Doffer macet, RPN bernilai 140

Dari tabel FMEA, ditentukan *severity* bernilai 4 dikarenakan pada kegagalan ini menimbulkan dampak kerugian dari segi waktu, dimana pada kegagalan menyebabkan mesin berhenti dan untuk membuat mesin *carding* berjalan kembali, diperlukan tindakan perbaikan pada *roller doffer* antara selama 75 menit. Untuk *occurrence* bernilai 5, hal ini berdasarkan intensitas kejadian pada mesin *carding*, pada mesin *carding* selama periode tersebut, dimana mesin *carding* pada periode tersebut mengalami sebanyak 104 kali. Sedangkan *detection* bernilai 7 dikarenakan kegagalan dideteksi ketika mesin berhenti beroperasi. Hal ini diakibatkan kondisi *roller doffer* yang penuh dengan *flying waste* yang menyebabkan putaran pada *roller doffer* menjadi berat sebelum akhirnya berhenti berputar. Tindakan pencegahan yang selama ini yaitu dengan menggunakan *blower*, penggunaan *blower* kurang efektif karena penggunaannya melibatkan tenaga operator dan proses *blower* tidak bisa dilakukan secara continue selama proses produksi. Rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan ialah penempatan *dust collector* bisa digunakan dalam upaya mencegah *flying waste* menumpuk pada bagian *roller doffer*, dimana prinsip kerja dari *dust collector* yaitu menghisap kotoran (*flying waste*). Apabila hal ini dilakukan diharapkan nantinya dapat

mengurangi *speed losses* yang terjadi pada mesin *carding*. Untuk contoh *dust collector* dapat dilihat pada gambar 4.10.

6. *Pulley comb* macet, RPN bernilai 140

Dari tabel FMEA, didapatkan nilai *severity* yaitu 4 dikarenakan pada kegagalan ini menimbulkan kerugian waktu dan proses perbaikannya membutuhkan waktu selama 75 jam. Untuk *occurrence* bernilai 5, hal ini berdasarkan intensitas kejadian *pulley com* mengalami macet dimana kejadian yang terjadi selama periode tersebut sebanyak 104 kali, sedangkan *detection* bernilai 7 dikarenakan kegagalan dideteksi ketika mesin berhenti beroperasi. *Pulley com* macet dikarenakan kondisi dari *pulley comb* yang penuh dengan *flying waste*. Tindakan pencegahan yang selama ini yaitu dengan menggunakan *blower*, penggunaan *blower* kurang efektif karena penggunaannya melibatkan tenaga operator dan proses *blower* tidak bisa dilakukan secara *continue* selama proses produksi. Rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan ialah penempatan *dust collector* bisa digunakan dalam upaya mencegah *flying waste* menumpuk pada bagian *pulley comb*, dimana prinsip kerja dari *dust collector* yaitu menghisap kotoran (*flying waste*). Apabila hal ini dilakukan diharapkan nantinya dapat mengurangi *speed losses* yang terjadi pada mesin *carding*. Untuk contoh *dust collector* dapat dilihat pada gambar 4.10.

7. *Disco* kurang pelumas, RPN bernilai 112

Dari tabel FMEA, didapatkan nilai *severity* yaitu 4 dikarenakan pada kegagalan ini menimbulkan kerugian waktu selama 60 menit, *occurrence* bernilai 4, hal ini berdasarkan intensitas kejadian *disco*, dimana kejadian yang terjadi selama periode tersebut sebanyak 12 kali, sedangkan *detection* bernilai 7 dideteksi sesaat kemampuan mesin dalam menghasilkan suatu produk lama, ketika hal ini terjadi dapat menyebabkan penurunan kecepatan mesin pada mesin *carding* (*speed losses*). Oleh karena itu perlu dilakukan pemberian/penambahan oli Tellus 37 secara berkala 2 kali dalam satu minggu pada kantung *disco*. Apabila rekomendasi ini dijalankan diharapkan mengurangi *speed losses* yang terjadi pada *disco*.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan tentang kesimpulan dari hasil penelitian pada bab sebelumnya serta saran yang dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut

1. Rata-rata tingkat efektivitas mesin carding pada bulan November 2012- November 2013 adalah sebesar 32.60%. Nilai OEE yang dicapai oleh mesin carding tersebut tidak dapat diterima karena masih berada dibawah standar yang ditetapkan untuk efektivitas dari suatu peralatan yang sebesar 85%. Nilai OEE yang begitu rendah dapat menimbulkan kerugian yang lebih besar apabila tidak dilakukan tindakan perbaikan.
2. *Losses* yang memberikan pengaruh terbesar terhadap efektivitas mesin *carding* adalah *speed losses* sebesar sebesar 242531.7647 menit, diikuti oleh *breakdown losses* sebesar 93360 menit, dan yang terakhir adalah *process defect* sebesar 4139.411 menit.
3. Komponen prioritas yang memberikan pengaruh signifikan yang memiliki nilai RPN diatas nilai kritis yang sebesar 107.07 terhadap efektivitas mesin *carding*, berjumlah 7 komponen, yang diantaranya adalah *Wire taker in* putus dengan RPN sebesar 200, *Cylinder macet*, *Coiler Error*, *Flat doffer cacat*, *Roller Doffer*, *Pulley comb macet* dengan RPN sebesar 140, *Disco* kurang pelumas RPN sebesar 112.
4. Rekomendasi Perbaikan terhadap komponen kritis yang mempengaruhi efektivitas mesin carding antara lain:
 - a. *Wire taker in* putus
Penempatan alat proteksi *proximity switch*, mencegah terjadinya *breakdown losses* pada *wire taker in*.
 - b. *Cylinder macet*
Penempatan *dust collector* pada bagian atas mesin *carding*, mencegah terjadinya *speed losses* pada mesin carding.
 - c. *Coiler error*
Penempatan *limit switch* pada *coiler*, mencegah terjadinya *breakdown losses* pada

coiler.

d. *Flat Doffer* cacat

Pelatihan *setting* kerapatan *doffer* dengan *cylinder* pada tiap-tiap operator, mencegah terjadinya *defect pada sliver*.

e. *Roller Doffer* macet

Penempatan *dust collector* pada bagian atas mesin *carding*, mencegah terjadinya *speed losses* pada mesin *carding*.

f. *Pulley comb* macet

Penempatan *dust collector* pada bagian atas mesin *carding*, mencegah terjadinya *speed losses* pada mesin *carding*.

g. *Disco* kurang pelumas

Pemberian/penambahan oli *Tellus 37* secara berkala 2 kali dalam satu minggu pada kantung *disco*, mencegah terjadinya *speed losses* pada *disco*.

5.2. Saran

Adapun saran perbaikan yang dapat diberikan dalam penelitian untuk mendukung perbaikan yang ditujukan untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Perusahaan sekiranya dapat menggunakan rekomendasi perbaikan yang telah diberikan agar bentuk-bentuk kegagalan yang mengganggu efektivitas mesin *carding* tidak terjadi lagi.
2. Bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan pengukuran terhadap mesin selain *carding* guna mengetahui secara keseluruhan efektivitas mesin yang ada dalam perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Soenandi, dan Aprilia. 2013. *Peningkatan Kinerja Mesin dengan Pengukuran Nilai OEE pada Departemen Forging (Studi Kasus di PT.APP)*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri 1(2):67-74.
- Assauri, Sofyan, 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Revisi, LPFE-UI. Jakarta.
- Blanchard, S. Benjamin. 1997. *An enhanced Approach for Implementing Total Productive Maintenance in the Manufacturing Environment*. Journal of Quality in Maintenance Engineering. Volume 3.
- Failure Mode and Effect Analysis (Potential FMEA)*. (www.bestsimplessystem.com)
Akses : 6 Maret 2014).
- Failure Mode and Effects Analysis*. 2002. Cayman Business System. Page 81-83.
- Ford Motor Company. 1992. *Potential Failure Mode and Effect Analysis: System-Design Process*.
- Govil, A.K.. 1983. *Reliability Engineering*, Tata Mc-graw Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Hegde, Harsha G., N.S. Mahesh, K. Doss. 2009. *Overall Equipment Effectiveness Improvement by TPM and 5S Techniques in a CNC Machine Shop*. Vol 8 (2):25-32.
- Jeong, Ki-Young., Philips, Don T. 2001. *Operational Efficiency and Effectiveness Measurement*. International Journal of Operation & Production Management, Vol 21 No. 11, pp 1404-1416.
- Levitt Joel. 2003. *Complete guide to Preventive and Predictive Maintenance*. Industrial Press, USA.
- Mobley, R. Keith. 2002. *An Introduction to Predictive Maintenance*. International Journal of Plant Maintenance-Management. 2nd Edition. (ISBN 0-7506-7531-4). USA: Elsevier Science.
- Nakajima, S.. 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance*. Productivity Press Inc, Pre Inc, Cambridge Massachusettes.
- Quality Engineering. 2008. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

- Rahmad, Pratikto, dan Wahyudi, S. 2012. *Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) (Studi Kasus di Pabrik Gula PT. "Y")*. Jurnal Rekayasa Mesin 3(3): 431-437.
- Sari dan Sutopo. 2008. *Perancangan Sistem Ukuran Overall Equipment untuk Memonitor dan Memperbaiki Efisiensi Proses di Bagian Filling dan Packing*. Jurnal Teknik Industri 7(1) : 31-38.
- Satmiko AB.2013. *Implementation Ergonomi Untuk Meningkatkan Sistem Kerja di PT.Ekamas Fortuna Malang*. Jurnal Teknik Industri : 108-113.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Stephens, Mattew. P.2004. *Productivity and Reliability Based Maintenance Management*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Triwardani DH. 2012. *Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) dalam Meminimalisi Six Big Losses pada Mesin Produksi Dual Filter DD07 (Studi Kasus pada PT.Filtrona Indonesia, Surabaya, Jawa Timur)*. Jurnal Teknik Industri : 379-390.
- Wenda. 2008. *Analisis Data Kecelakaan Dan Kegagalan Sistem Rudder Boeing 737*. Teknik Mesin dan Dirgantara ITB, Bandung.
- Williamson, R.M. 2006. *Using Overall Equipment Effectiveness : the Metric and the Measures, Reports of Strategic Work Systems, Inc* (www.swspitcrew.com diakses Februari 2014).
- Yumaida. 2011. *Analisis Risiko Kegagalan Pemeliharaan pada Pabrik Pengolahan Pupuk NPK Granular (Studi Kasus: PT. Pupuk Kujang Cikampek)*. Teknik Industri Universitas Indonesia, Depok.