

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

**ANALYSIS OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE IN CARDING COTTON
MACHINE WITH OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS METHOD
(Case Study: PT.EASTERNTEX, PANDAAN)**

Yudika Rustam Efendi Sitinjak¹⁾, Arif Rahman²⁾, Remba Yanuar Efranto³⁾

Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email: rustam_sitinjak@yahoo.co.id¹⁾, posku@ub.ac.id²⁾, remba@ub.ac.id³⁾

Abstrak

Perawatan yang tepat pada mesin dapat meningkatkan keefektifan penggunaan mesin tersebut serta mengurangi losses. Mesin carding cotton merupakan salah satu mesin yang penting dalam proses produksi benang. Mesin carding cotton memiliki downtime tertinggi sehingga tingkat efektivitas penggunaannya akan dianalisis. Untuk mengukur tingkat efektivitas penggunaan mesin carding cotton digunakan metode overall equipment effectiveness. Overall equipment effectiveness adalah suatu pendekatan untuk menilai tingkat efektivitas penggunaan suatu peralatan. Hasil perhitungan menunjukkan nilai rata-rata OEE carding cotton 5 sebesar 63,75%, carding cotton 6 sebesar 68,81% dan carding cotton 12 sebesar 67,32%. Losses yang paling mempengaruhi tingkat efektivitas mesin adalah reduced speed losses pada carding cotton 5 sebesar 151965.22 menit, carding cotton 6 sebesar 165171.31 menit, dan carding cotton 12 sebesar 161184.96 menit. Analisis dilakukan pada komponen mesin carding cotton dengan metode FMEA. Terdapat 2 komponen yang diprioritaskan berdasarkan hasil perhitungan RPN yaitu PLC rusak dan gearbox aus.

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

1. Pendahuluan

Persaingan industri saat ini semakin ketat sehingga mendorong perusahaan agar selalu menghasilkan produk yang berkualitas. Untuk dapat menghasilkan produk yang berkualitas maka kondisi peralatan atau mesin yang digunakan harus tetap terjaga. Agar kondisi mesin tetap terjaga maka dibutuhkan strategi perawatan yang tepat. Perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan dan mengadakan perbaikan, penyesuaian dan penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu kondisi sesuai yang dengan yang direncanakan (Assauri, 1980).

Dalam proses produksi seringkali terjadi gangguan pada mesin atau peralatan yang digunakan sehingga mengganggu jalannya proses produksi. Gangguan ini dapat mengurangi keuntungan perusahaan serta mengurangi waktu aktif kerja yang dapat digunakan untuk proses produksi. Dengan adanya kerusakan pada mesin maka akan

membutuhkan waktu dan biaya yang cukup besar untuk melakukan perbaikan peralatan.

PT. Easterntex adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pembuatan kain yang bahan bakunya benang. PT.Easterntex memiliki 3 departemen yang bertugas untuk memproduksi benang yaitu Departemen Spinning A, Spinning B1, dan SpinningB2. Dalam proses produksinya PT.Easterntex melakukan operasi produksi selama 24 jam dalam 1 hari dan 7 hari dalam 1 minggu. Tingginya jam operasi mesin yang digunakan membutuhkan dukungan sistem perawatan yang tepat pada mesin yang digunakan.

Salah satu permasalahan yang dihadapi PT.Easterntex adalah tingginya tingkat *downtime* pada mesin yang digunakan dalam proses produksi pembuatan benang. Dalam proses pembuatan terdapat beberapa mesin yang digunakan yaitu mesin *blowing*, *carding*, *pre drawing*, *combing*, *drawing*, *winding*, *roving*, dan *flayer*. Tingkat *downtime* mesin pada *Spinning B2* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Downtime* Mesin Spinning

Nama Mesin	Total <i>Downtime</i> (menit)
<i>Carding cotton</i>	88920
<i>Combing</i>	9540
<i>Unilap</i>	11010
<i>Blowing</i>	900
PDP	77400
<i>Blowing Pet</i>	840
<i>Carding Pet</i>	18810

Dari Tabel 1. diketahui tingkat *downtime* terdapat pada mesin *carding cotton*. Oleh karena itu studi kasus penelitian ini akan berfokus pada mesin *carding cotton*. Untuk mengatasi masalah tersebut maka akan digunakan konsep *total productive maintenance* (TPM). Dengan menggunakan konsep TPM maka akan dapat mengurangi *losses*, mencapai *zero defect* dan *zero breakdown* pada mesin (Nakajima, 1988). TPM didesain untuk meningkatkan keefektifan peralatan atau mesin yang digunakan dengan menyusun sebuah system perawatan produksi yang melibatkan seluruh karyawan pada perusahaan tersebut untuk meningkatkan perawatan produktif (Tsuchiya, 1992).

Untuk menghitung tingkat efektivitas penggunaan mesin *carding cotton* maka akan digunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE). Menurut Stephens (2004) OEE adalah pendekatan kuantitatif yang dapat digunakan untuk menilai kondisi efektivitas peralatan terkini secara keseluruhan. Untuk mengatasi kerusakan pada komponen mesin *carding cotton* maka digunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). FMEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan dari semua cara dan untuk memberikan solusi maupun tindakan perbaikan (Stephens, 2004). Komponen yang diprioritaskan didapatkan melalui nilai hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). RPN adalah tindakan yang tepat untuk menentukan mode kegagalan (Rakesh, 2013).

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Berikut langkah-langkah dalam penelitian ini:

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi perusahaan.

2. Studi Pustaka

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

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah tahapan awal pemahaman terhadap suatu permasalahan yang timbul untuk mencari solusi permasalahan tersebut.

4. Perumusan Masalah

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

5. Penentuan Tujuan Penelitian

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

6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk melakukan pengolahan data. Data yang dikumpulkan harus relevan dengan persoalan yang dibahas nantinya. Metode pengumpulan data yang digunakan dengan secara langsung yaitu wawancara dan secara tidak langsung yaitu dokumentasi.

7. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis OEE dan *six big losses* serta memberikan rekomendasi perbaikan strategi perawatan berdasarkan konsep TPM.

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan penjabaran tentang nilai OEE, *six big losses* serta memberikan saran pengembangan lebih lanjut untuk metode yang dibuat.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Data yang didapatkan secara langsung melalui wawancara dan *brainstorming* dengan pihak manajemen dan operator PT. Easterntex. Data jumlah waktu kerja mesin dapat dilihat pada Tabel 2. Data *downtime* mesin *carding cotton* 5 dapat dilihat pada Tabel 3, mesin *carding cotton* 6 dan 12 pada lampiran. Data jumlah produk cacat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2. Data Historis Jam Kerja Maret 2013
Maret 2014

Periode	Waktu Kerja			Waktu Kerja (Menit)
	Hari	Shift/Hari	Jam/Shift	
Maret	31	3	8	44640
April	30	3	8	43200
Mei	31	3	8	44640
Juni	30	3	8	43200
Juli	31	3	8	44640
Agustus	31	3	8	44640
September	30	3	8	43200
Oktober	31	3	8	44640
November	30	3	8	43200
Desember	31	3	8	44640
Januari	31	3	8	44640
Februari	28	3	8	40320
Maret	31	3	8	44640

Tabel 3. Data Downtime Mesin Carding Cotton 5
Maret 2013-Maret 2014

Periode	Downtime (menit)
Maret	0
April	0
Mei	0
Juni	15360
Juli	38520
Agustus	0
September	0
Oktober	0
November	0
Desember	0
Januari	0
Februari	0
Maret	0

Tabel 4. Jumlah Produk Cacat Mesin Carding
Cotton Maret 2013-Maret 2014

Periode	Jumlah cacat (meter)
Maret	123995.15
April	119961.23
Mei	123950.70
Juni	121274.66
Juli	127510.87
Agustus	108777.66
September	119748.47
Oktober	127169.51
November	126202.17
Desember	132554.69
Januari	147009.08
Februari	139397.97
Maret	138715.25

4. Analisis dan Pembahasan

4.1 Analisis OEE

Untuk mendapatkan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) maka dilakukan

perhitungan *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality*.

Rumus dan perhitungan *availability rate* adalah sebagai berikut:

$$\text{Availability rate} = \frac{\text{Waktu operasi}}{\text{Waktu loading}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 1})$$

Keterangan:

Waktu operasi = Waktu loading - waktu downtime

Waktu loading = waktu kerja + waktu lembur

$$\text{Availability rate} = \frac{43200 - 15360}{43200} \times 100\%$$

$$\text{Availability rate} = 64,44\%$$

Hasil perhitungan *availability rate carding cotton 5* dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil perhitungan *availability rate carding cotton 6* dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil perhitungan *availability rate carding cotton 12* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Availability Rate
Carding Cotton 5

Periode	Waktu loading	Downtime (menit)	% Availability Rate
Maret	44640	0	0%
April	43200	0	0%
Mei	44640	0	0%
Juni	43200	15360	64.44%
Juli	44640	38520	13.71%
Agustus	44640	0	0%
September	43200	0	0%
Oktober	44640	0	0%
November	43200	0	0%
Desember	44640	0	0%
Januari	44640	0	0%
Februari	40320	0	0%
Maret	44640	0	0%
Rata-rata			91%

Tabel 6. Hasil Perhitungan Availability Rate
Carding Cotton 6

Periode	Waktu loading	Downtime (menit)	% Availability Rate
Maret	44640	11520	74.19%
April	43200	0	0%
Mei	44640	0	0%
Juni	43200	0	0%
Juli	44640	0	0%
Agustus	44640	0	0%
September	43200	0	0%
Oktober	44640	0	0%
November	43200	0	0%
Desember	44640	0	0%
Januari	44640	0	0%
Februari	40320	0	0%
Maret	44640	0	0%
Rata-rata			98.01%

Tabel 7. Hasil Perhitungan *Availability Rate Carding Cotton 12*

Periode	Waktu loading	Downtime (menit)	% Availability Rate
Maret	44640	17760	60.22%
April	43200	0	0%
Mei	44640	0	0%
Juni	43200	0	0%
Juli	44640	0	0%
Agustus	44640	5760	87.10%
September	43200	0	0%
Oktober	44640	0	0%
November	43200	0	0%
Desember	44640	0	0%
Januari	44640	0	0%
Februari	40320	0	0%
Maret	44640	0	0%
Rata-rata			95.95%

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata *availability rate* mesin *carding cotton* 5, 6, dan 12 telah memenuhi standar yang ditetapkan JIPM (Japan Institute Plant Manufacturing).

Hasil perhitungan *performance rate carding cotton* dapat dilihat pada Tabel 8. Rumus dan perhitungan *performance rate carding cotton* 5 bulan Juni 2013:

$$\text{Performance rate} = \frac{b}{c \times d} \times 100\% \quad (\text{Pers. 2})$$

Keterangan:

b : jumlah produksi

c : *ideal cycle time* (meter/menit)

d : waktu operasi (menit)

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

Tabel 8. Hasil Perhitungan *Performance Rate Carding Cotton 5*

Periode	b	c	d	% Performance rate
Maret	3147577.1	100	44640	70.51%
April	3123884.2	100	43200	72.31%
Mei	3265637.5	100	44640	73.15%
Juni	1749031.3	100	27840	62.82%
Juli	439128.0	100	6120	71.75%
Agustus	2808371.2	100	44640	62.91%
September	3126092.6	100	43200	72.36%
Oktober	3113099.5	100	44640	69.74%
November	2965947.1	100	43200	68.66%
Desember	3070755.9	100	44640	68.79%
Januari	3319794.3	100	44640	74.37%
Februari	2974993.3	100	40320	73.78%
Maret	3335722.8	100	44640	74.72%
Rata-rata				70.45%

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan nilai tertinggi *performance rate* terdapat pada bulan

Maret 2014 dan terendah pada bulan Juni 2013. Nilai rata-rata *performance rate carding cotton* $5 < 95\%$ yang berarti bahwa nilai *performance rate* masih di bawah standar yang ditetapkan JIPM.

Rumus dan perhitungan *rate of quality* mesin *carding cotton* pada bulan Maret 2013 sebagai berikut:

$$\text{Rate of Quality (RQ)} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (\text{Pers. 3})$$

Keterangan:

a : Jumlah produksi

b : Jumlah produk cacat

$$RQ = \frac{37770925 - 123995.15}{37770925} \times 100\% = 99,67\%$$

Hasil perhitungan *rate of quality carding cotton* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Rate of Quality*

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

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan nilai rata-rata *rate of quality carding cotton* telah memenuhi standar yang ditetapkan JIPM.

Hasil perhitungan OEE *carding cotton* 5 dapat dilihat pada Tabel 10. Rumus perhitungan *overall equipment effectiveness* bulan Juni 2013:

$$OEE = AR \times PR \times RQ \quad (\text{Pers. 4})$$

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

Tabel 10. Hasil Perhitungan OEE *Carding Cotton 5*

Periode	AV	PR	Quality	OEE
Maret	100%	70.51%	99.67%	70.28%
April	100%	72.31%	99.68%	72.08%
Mei	100%	73.15%	99.68%	72.92%
Juni	64.44%	62.82%	99.63%	40.33%
Juli	13.71%	71.75%	99.67%	9.80%
Agustus	100%	62.91%	99.68%	62.71%
September	100%	72.36%	99.68%	72.13%

Tabel 10. Lanjutan Hasil Perhitungan OEE *Carding Cotton 5*

Periode	AV	PR	Quality	OEE
Oktober	100%	69.74%	99.66%	69.50%
November	100%	68.66%	99.65%	68.42%
Desember	100%	68.79%	99.64%	68.54%
Januari	100%	74.37%	99.63%	74.09%
Februari	100%	73.78%	99.61%	73.49%
Maret	100%	74.72%	99.65%	74.46%
Rata-rata				63.75%

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai OEE terendah terdapat pada bulan Juli 2013 dan tertinggi pada bulan Maret 2014 *carding cotton* masih di bawah standar yang ditetapkan JIPM sebesar 85%.

4.2 Analisis Six Big Losses

1. Losses pada Availability Rate

Losses pada *availability rate* ada 2 yaitu *breakdown losses* dan *setup and adjustment losses*.

Hasil perhitungan persentase *breakdown losses carding cotton 5* dapat dilihat pada Tabel 11. Rumus dan perhitungan *breakdown losses* pada bulan Juni 2013:

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{waktu downtime}}{\text{waktu loading}} \quad (\text{Pers. 5})$$

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

Tabel 11. Hasil Perhitungan Persentase *Breakdown Losses Carding Cotton 5*

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

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan nilai tertinggi *breakdown losses carding cotton 5* terdapat pada bulan Juli 2013 karena pada periode tersebut mesin sering mengalami kerusakan. Hasil perhitungan persentase *breakdown losses carding cotton 6* pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Perhitungan Persentase *Breakdown Losses Carding Cotton 6*

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

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan nilai tertinggi *breakdown losses carding cotton 6* terdapat pada bulan Maret 2013 karena pada mesin sering mengalami kerusakan.

Hasil perhitungan *breakdown losses carding cotton 12* dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Perhitungan *Breakdown Losses Carding Cotton 12*

Periode	Downtime (menit)	Waktu loading (menit)	% Breakdown Losses
Maret	17760	44640	39.78%
April	0	43200	0%
Mei	0	44640	0%
Juni	0	43200	0%
Juli	0	44640	0%
Agustus	5760	44640	12.90%
September	0	43200	0%
Oktober	0	44640	0%
November	0	43200	0%
Desember	0	44640	0%
Januari	0	44640	0%
Februari	0	40320	0%
Maret	0	44640	0%

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan nilai tertinggi *breakdown losses carding cotton 12* terdapat pada bulan Maret 2013 karena pada periode tersebut mesin mengalami kerusakan paling tinggi.

Hasil perhitungan *setup and adjustment losses carding cotton* dapat dilihat pada Tabel 14. Rumus perhitungan *setup and adjustment losses* pada bulan Juni 2013.

$$k = \frac{\text{Waktu setup}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 6})$$

Keterangan :

k : *setup and adjustment losses*

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

Tabel 14. Hasil Perhitungan *Setup And Adjustment Losses Carding Cotton*

Periode	Waktu setup (menit)	Waktu loading (menit)	% Setup and adjustment losses
Maret	1440	44640	3.23%
April	1440	43200	3.33%
Mei	1440	44640	3.23%
Juni	2400	43200	5.55%
Juli	2520	44640	5.65%
Agustus	1440	44640	3.23%
September	1440	43200	3.33%
Oktober	1440	44640	3.23%
November	1440	43200	3.33%
Desember	1440	44640	3.23%
Januari	1440	44640	3.23%
Februari	1440	40320	3.57%
Maret	1440	44640	3.23%

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan nilai *setup and adjustment losses* terbesar terdapat pada bulan Juli 2013. Hal ini dikarenakan pada periode tersebut mesin mengalami perbaikan menyeluruh (*overhaul*) dan mengadakan penyesuaian mesin karena adanya kerusakan.

2. Losses pada Performance Rate

Pada performance rate terdapat 2 jenis losses yaitu *idling and minor stoppage losses* dan *reduced speed losses*.

Rumus perhitungan *idling and minor stoppage losses carding cotton* pada bulan Juni 2013:

$$Q = \frac{\text{non productive waktu loading}}{\text{waktu loading}} \times 100\% \quad (\text{Pers. 7})$$

Keterangan :

Q = *idling and minor stoppage losses*

$$\text{Idling and minor stoppage losses} = \frac{0}{43200} \times 100\% = 0\%$$

Tabel 15. Hasil Perhitungan *Idling And Minor Stoppage Losses Carding Cotton*

Periode	Waktu non productive (menit)	Waktu loading (menit)	% Idling And Minor Stoppage Losses
Maret	0	44640	0%
April	0	43200	0%
Mei	0	44640	0%
Juni	0	43200	0%
Juli	0	44640	0%
Agustus	0	44640	0%
September	0	43200	0%
Oktober	0	44640	0%
November	0	43200	0%
Desember	0	44640	0%
Januari	0	44640	0%
Februari	0	40320	0%
Maret	0	44640	0%

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata *idling and minor stoppage losses* mesin *carding cotton* 0% . Hal ini dikarenakan mesin *carding cotton* tidak memiliki waktu *non productive*.

Rumus perhitungan *reduced speed losses* pada bulan Juni 2013 sebagai berikut.

$$K = \frac{a - (b \times c)}{d} \times 100\% \quad (\text{Pers. 8})$$

Keterangan

a : Waktu operasi

b : *ideal cycle time*

c : Jumlah produksi

d : Waktu loading

Reduced speed losses

$$= \frac{27840 - (0,01 \times 1749031,35)}{43200} \times 100\% = 23,96\%$$

Hasil perhitungan *reduced speed losses* terdapat pada lampiran 1.

Nilai *performance rate* dipengaruhi oleh nilai waktu operasi mesin, jumlah produksi yang dihasilkan serta nilai *ideal cycle time* dalam menghasilkan produk.

3. Losses pada Rate of Quality

Losses pada Rate of Quality ada 2 yaitu *quality defect* dan *yield losses*.

Rumus perhitungan *quality defect* pada bulan Juni 2013 sebagai berikut.

$$\text{Quality defect} = \frac{a \times b}{c} \times 100\% \quad (\text{Pers. 9})$$

Keterangan

a : *ideal cycle time*

b : jumlah produksi

c : waktu loading

$$\text{Quality defect} = \frac{0,01 \times 6512,90}{43200} \times 100\% = 0,15\%$$

Tabel 16. Hasil Perhitungan Persentase Process Defect Losses Carding Cotton

Periode	Cacat (meter)	Cycle time (menit/m eter)	Waktu loading (menit)	% Quality defect
Maret	10332.9	0.01	44640	0.23%
April	9996.8	0.01	43200	0.23%
Mei	10329.2	0.01	44640	0.23%
Juni	6512.9	0.01	43200	0.15%
Juli	1456.8	0.01	44640	0.03%
Agustus	9064.8	0.01	44640	0.20%
September	9979.0	0.01	43200	0.23%
Oktober	10597.4	0.01	44640	0.24%
November	10516.8	0.01	43200	0.24%
Desember	11046.2	0.01	44640	0.25%
Januari	12250.7	0.01	44640	0.27%
Februari	11616.5	0.01	40320	0.29%
Maret	11559.6	0.01	44640	0.26%

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa nilai tertinggi *quality defect* terdapat pada bulan Februari 2014 dan terendah pada bulan Juli 2013.

Rumus perhitungan *yield losses* pada bulan Juni 2013 yaitu sebagai berikut:

$$Yield Losses = \frac{p \times q}{s} \times 100\% \quad (\text{Pers. 10})$$

Keterangan:

p : *ideal cycle time*

q : jumlah cacat saat *setting*

s : waktu *loading*

$$Yield Losses = \frac{0.01 \frac{\text{menit}}{\text{meter}} \times 0 \text{ meter}}{43200 \text{ menit}} \times 100\% = 0\%$$

Tabel 17. Hasil Perhitungan *Yield Losses Carding Cotton*

Periode	Jumlah cacat <i>setting</i>	Cycle time	Waktu Loading	% Yield Losses
Maret	0	0.01	44640	0%
April	0	0.01	43200	0%
Mei	0	0.01	44640	0%
Juni	0	0.01	43200	0%
Juli	0	0.01	44640	0%
Agustus	0	0.01	44640	0%
September	0	0.01	43200	0%
Oktober	0	0.01	44640	0%
November	0	0.01	43200	0%
Desember	0	0.01	44640	0%
Januari	0	0.01	44640	0%
Februari	0	0.01	40320	0%
Maret	0	0.01	44640	0%

Perhitungan *time losses* pada bulan Juni 2013:

$$m = \frac{\text{persentase } m}{100} \times w \quad (\text{Pers. 11})$$

Keterangan:

m = *breakdown losses*

w = waktu *loading*

$$Breakdown losses (\text{menit}) = \frac{35.55}{100} \times 43200 = 15357.60$$

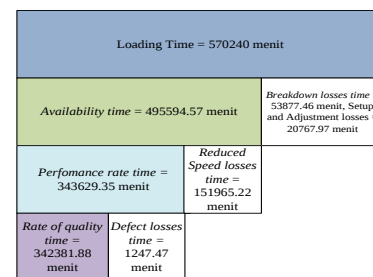
Tabel 18. Persentase *Time Losses Carding Cotton 5*

Six Big Losses	Time Losses (menit)	% Losses
<i>breakdown losses</i>	53877.46	23.65
<i>setup and adjustment losses</i>	20767.97	9.11
<i>Idling and minor stoppage losses</i>	0	0
<i>Reduced Speed Losses</i>	151965.22	66.69
<i>Quality losses</i>	1247.47	0.55
<i>Yield losses</i>	0	0
Total	227858.12	100

Analisis terhadap perhitungan *six big losses* dilakukan untuk mempengaruhi *losses* apa yang paling mempengaruhi tingkat efektivitas

penggunaan mesin *carding cotton 5*. Total waktu *loading* mesin *carding cotton* selama Maret 2013- Maret 2014 sebesar 570240 menit. Waktu bersih yang tersedia untuk proses produksi 495594,57 menit karena adanya *breakdown losses* sebesar 53877.46 menit dan *setup and adjustment losses carding cotton 5* sebesar 20767,97 menit. Waktu bersih untuk *performance rate* 343629.35 menit karena adanya *reduced speed losses* sebesar 151965.22 menit. Waktu bersih untuk menghasilkan produk yang berkualitas sebesar 342381.88 menit. Hal ini dikarenakan adanya *quality losses* sebesar 1247.47 menit.

Gambar 1. merupakan gambar *time losses* pada mesin *carding cotton 5*.



Gambar 1. Time Losses Carding Cotton 5

Dari gambar dapat diketahui bahwa *time losses* terbesar terdapat pada *reduced speed losses*.

Tabel 19. Persentase *Time Losses Carding Cotton 6*

Six Big Losses	Time Losses (menit)	% Losses
<i>Breakdown losses</i>	11521.58	5.86
<i>Setup and adjustment losses</i>	18728.64	9.52
<i>Idling and minor stoppage losses</i>	0	0
<i>Reduced Speed Losses</i>	165171.31	83.94
<i>Quality losses</i>	1348.99	0.69
<i>Yield losses</i>	0	0
Total	196770.52	100

Analisis terhadap perhitungan *six big losses* dilakukan untuk mempengaruhi *losses* apa yang paling mempengaruhi tingkat efektivitas penggunaan mesin *carding cotton 6*. Total waktu *loading* mesin *carding cotton* selama Maret 2013- Maret 2014 sebesar 570240 menit. Waktu bersih yang tersedia untuk proses produksi 539989,78 menit karena adanya *breakdown losses* sebesar 11521,58 menit dan *setup and adjustment losses carding cotton 6* sebesar 18728.64 menit. Waktu bersih untuk *performance rate* 374818,47 menit karena adanya *reduced speed losses* sebesar 165171,31

menit. Waktu bersih untuk menghasilkan produk yang berkualitas sebesar 373469,48 menit. Hal ini dikarenakan adanya *quality losses* sebesar 1348,99 menit.

Gambar 2. merupakan gambar *time losses* pada mesin *carding cotton 6*.

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

Gambar 2. Time Losses Carding Cotton 6

Dari gambar dapat diketahui bahwa *time losses* terbesar terdapat pada *reduced speed losses*.

Tabel 20. Persentase Time Losses Carding Cotton 12

Six Big Losses	Time Losses (menit)	% Losses
Breakdown losses	23516,35	11,46
Setup and adjustment losses	19206,29	9,36
Idling and minor stoppage losses	0	0
Reduced Speed Losses	161184,96	78,54
Quality losses	1326,67	0,65
Yield losses	0	0
Total	196770,52	100

Analisis terhadap perhitungan *six big losses* dilakukan untuk mempengaruhi *losses* apa yang paling mempengaruhi tingkat efektivitas penggunaan mesin *carding cotton 12*. Total waktu *loading* mesin *carding cotton* selama Maret 2013- Maret 2014 sebesar 570240 menit. Waktu bersih yang tersedia untuk proses produksi 527517,36 menit karena adanya *breakdown losses* sebesar 23516,35 menit dan *setup and adjustment losses carding cotton 12* sebesar 19206,29 menit. Waktu bersih untuk *performance rate* 366332,4 menit karena adanya *reduced speed losses* sebesar 161184,96 menit. Waktu bersih untuk menghasilkan produk yang berkualitas sebesar 365005,73 menit. Hal ini dikarenakan adanya *quality losses* sebesar 1326,67 menit.

Gambar 3. merupakan gambar *time losses* pada mesin *carding cotton 12*.

Loading Time = 570240 menit	
Availability time = 527517,36 menit	Breakdown losses time = 23516,35 menit, Setup and adjustment losses = 19206,29 menit
Performance rate time = 366332,4 menit	Reduced Speed Losses = 161184,96 menit
Rate of quality time = 365005,73 menit	Process Defect losses time = 1326,67 menit

Gambar 3. Time Losses Carding Cotton 12

Dari gambar dapat diketahui bahwa *time losses* terbesar terdapat pada *reduced speed losses*.

4.3 Analisis FMEA

Analisis *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dilakukan untuk mengetahui kegagalan apa saja yang ada pada mesin *carding cotton*. Hasil FMEA didapatkan melalui *brainstorming* dengan pihak manajemen perawatan PT.Easterntex. Hasil *brainstorming failure, failure effect* dan *failure effect* terdapat pada lampiran 2.

Penilaian *severity, occurance, dan detection* terdapat pada lampiran 3. Rumus perhitungan *risk priority number* (RPN) yaitu sebagai berikut.

$$RPN = S \times O \times D \quad (\text{Pers. 12})$$

4.3.1 Analisis RPN

Analisis RPN dilakukan pada komponen yang memiliki nilai $RPN \geq 100$. Menurut Sansli (2007) apabila $RPN \geq 100$ berarti kegagalan tersebut berisiko sehingga perlu segera diatasi. Dari hasil perhitungan RPN terdapat 2 komponen yang memiliki nilai $RPN \geq 100$ yaitu PLC rusak dan *gearbox* aus.

1. PLC rusak

PLC rusak disebabkan karena *fan elektrik* tidak beroperasi sehingga menyebabkan PLC panas dan menjadi rusak. Kegagalan ini bernilai RPN 100. Tingginya nilai RPN disebabkan karena tingginya nilai *severity* dan *detection* yang sangat tinggi. Nilai *severity* sangat tinggi berarti efek atau pengaruh kegagalan tersebut sangat berbahaya. Nilai *detection* yang sangat tinggi menunjukkan bahwa kemampuan untuk mendeteksi kegagalan tersebut sangat rendah, kegagalan diketahui setelah mesin berhenti.

2. Gearbox aus

Gearbox aus disebabkan karena putaran *top flat* berat dann *lifetime* yang telah habis. *Gearbox*

aus yang disebabkan karena putaran *top flat* berat bernilai 280. Tingginya nilai RPN disebabkan karena tingginya *severity* dan *detection*. Nilai *severity* yang tinggi berarti efek atau pengaruh kegagalan tersebut berbahaya. Nilai *detection* menunjukkan bahwa kemampuan untuk mendeteksi kegagalan tersebut sangat rendah, kegagalan diketahui setelah mesin berhenti.

4.4 Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan diberikan berdasarkan pilar TPM. Rekomendasi diberikan pada komponen yang memiliki nilai $RPN \geq 100$. Terdapat 2 komponen yang memiliki nilai $RPN \geq 100$ yaitu kegagalan nomor 8 (PLC rusak) dan kegagalan nomor 21 (*gearbox*) aus. Penjelasan rekomendasi yaitu sebagai berikut:

1. PLC rusak

Nilai RPN PLC rusak adalah 100. Rekomendasi yang diberikan adalah sebagai berikut:

a. 5-S

Pada pilar 5-S direkomendasikan agar operator perawatan melakukan pembersihan *fan elektrik* agar kotoran tidak menempel pada *fan elektrik*

b. *Autonomous Maintenance*

Pada pilar ini direkomendasikan agar operator perawatan melakukan perawatan mandiri yaitu dengan memeriksa kondisi PLC setiap hari untuk menjaga kondisi mesin, melakukan pembersihan *fan elektrik*

c. *Planned Maintenance*

Pada pilar ini direkomendasikan agar manajemen perawatan sebaiknya menggunakan strategi *predictive maintenance* yaitu perawatan dengan mencegah kerusakan pada PLC.

d. *Training*

Pada pilar ini direkomendasikan agar manajemen perawatan memberikan pelatihan kepada operator tentang bagaimana penggunaan RTD (*Resistant Temperature Detector*) dan tindakan apa saja yang perlu dilakukan ketika terjadi kerusakan PLC.

e. *Safety, Health, and Environment*

Pada pilar ini direkomendasikan agar setiap operator menggunakan peralatan dan perlengkapan kerja yang tepat dan aman selama jam kerja serta memastikan kondisi lingkungan kerja dalam kondisi aman agar operator dapat melakukan aktivitasnya dengan nyaman.

f. *Quality Maintenance*

Pada pilar ini direkomendasikan agar pihak manajemen perawatan menggunakan RTD

(*Resistant Temperature Detector*) pada PLC. RTD adalah suatu alat yang dapat mendeteksi kerusakan pada PLC berdasarkan suhu PLC tersebut.

2. *Gearbox* aus

Nilai RPN *gearbox* aus adalah 280. Rekomendasi yang diberikan adalah sebagai berikut:

a. *Autonomous Maintenance*

Pada pilar ini direkomendasikan agar operator perawatan melakukan perawatan mandiri pada komponen *gearbox* aus yang disebabkan karena *lifetime* habis dengan melakukan penggantian sparepart *gearbox* secara teratur. Pada komponen *gearbox* aus yang disebabkan karena putaran *top flat* berat operator perlu melakukan pelumasan secara teratur.

b. *Planned Maintenance*

Pada pilar ini direkomendasikan agar manajemen perawatan sebaiknya menggunakan strategi *predictive maintenance* yaitu perawatan dengan mencegah kerusakan pada *gearbox*.

c. *Training*

Pada pilar ini direkomendasikan agar manajemen perawatan memberikan pelatihan kepada operator tentang bagaimana penggunaan *proximity sensor* dan pemeriksaan pelumasan *top flat*.

d. *Safety, Health, and Environment*

Pada pilar ini direkomendasikan agar setiap operator menggunakan peralatan dan perlengkapan kerja yang tepat dan aman selama jam kerja serta memastikan kondisi lingkungan kerja dalam kondisi aman.

e. *Quality Maintenance*

Pada pilar ini direkomendasikan agar pihak manajemen perawatan menggunakan *proximity sensor*. *Proximity sensor* dapat digunakan sebagai alat deteksi berdasarkan jumlah putaran *gear*. Dengan demikian kerusakan pada *gearbox* dapat diketahui dan dapat dilakukan perbaikan secara langsung.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Nilai OEE mesin *carding cotton* 5 selama Maret 2013-Maret 2014 adalah 91% , nilai OEE mesin *carding cotton* 6 selama Maret 2013-Maret 2014 sebesar 98,01%, nilai OEE mesin *carding cotton* 12 selama Maret 2013-Maret 2014 sebesar 95,95%.
2. Nilai *losses* terbesar pada mesin *carding cotton* adalah *reduced speed losses*. *Reduced*

- speed losses carding cotton* 5 sebesar 151965.22 menit, *Reduced speed losses carding cotton* 6 sebesar 165171.31 menit, *Reduced speed losses carding cotton* 12 sebesar 161184.96 menit.
3. Terdapat 2 kegagalan yang memiliki nilai $RPN \geq 100$ yaitu kegagalan nomor 8 (PLC rusak) dan kegagalan nomor 21 (*gearbox* aus)
 4. Rekomendasi yang diberikan pada PLC rusak adalah menggunakan RTD (*Resistant Temperature Detector*) dan melakukan pemeriksaan fan elektrik dan PLC secara rutin. Rekomendasi yang diberikan pada *gearbox* aus adalah menggunakan *proximity sensor* serta melakukan pelumasan pada *top flat*.

Daftar Pustaka

- Assauri, Sofjan. (1980). *Manajemen Produksi*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- (2): 29-42.
- Tsuchiya, S., (1992). *Quality Maintenance: Zero Defect Through Equipment Management*. Productivity Press, Cambridge, MA.
- Nakajima, Seiichi. (1988). *Introduction to Total Productive Maintenance*. 1st Edition. Productivity Press, Inc. Cambridge, Massachussets.
- Rakesh, Bobin Cherian Jos & George Mathew. (2013). *FMEA Analysis For Reducing Breakdowns Of A Sub System In The Life Care Product Manufacturing Industry*. Journal of Engineering Science and Innovative Techonology. Volume 2.
- Stephens, Matthew. P. (2004). *Productivity and Reliability Based Maintenance Management* Pearson Education Inc. New Jersey.
- Senol, Sansli. (2007). *Poisson Process Approach to Determine The Occurance Degree In Failure Mode And Effect Reliability Analysis*. Journal Of Quality Management. XIV

Lampiran 1. Hasil Perhitungan *Reduced Speed Losses*

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

Lampiran 2. Hasil *Brainstorming FMEA* Mesin *Carding Cotton*

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

Lampiran 3. Hasil Perhitungan RPN *Carding Cotton*

No	<i>Failure</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure effect</i>	S	O	D	RPN
1	<i>Belt brush sobek</i>	<i>Setting brush tidak tepat</i>	Mesin stop selama 30 menit	3	1	3	9
2	<i>Belt coiler putus</i>	<i>Lapping sliver callender roll</i>	Mesin stop selama 30 menit	3	1	8	24
3	<i>Belt doffer aus</i>	Putaran <i>doffer</i> berat	Mesin stop selama 30 menit	3	7	3	63
4	<i>Motor chutefeed short</i>	Putaran <i>bearing</i> berat	Mesin stop selama 2 jam	6	1	8	48
5	<i>Pressure error</i>	Selang buntu	Mesin stop selama 30 menit	3	1	8	24
6	Gear T 26 rusak	Putaran <i>Top flat</i> berat	Mesin stop selama 2,5 jam	7	1	10	70
7	<i>Belt brush T flat aus</i>	Lapping material di <i>brush</i>	Mesin stop selama 30 menit	3	1	8	24
8	PLC rusak	Fan elektrik mati	Mesin stop dan membahayakan keselamatan	10	1	10	100
9	<i>Seal beater aus</i>	<i>Lapping material di beater</i>	Kualitas rendah(Nep tinggi)	5	1	2	10
10	<i>Bearing aus</i>	Pelumasan tidak meresap	Mesin stop selama 3 jam	10	1	3	30
11	<i>Belt callender roll putus</i>	Putaran callender berat	Mesin stop selama 2 jam	6	1	8	48
12	<i>Belt beater aus</i>	Lifetime sudah lewat	Mesin stop selama 30 menit	3	1	3	9
13	<i>Brush doffer rusak</i>	<i>Lapping material di brush doffer</i>	<i>Sliver</i> tidak rata	5	1	3	15
14	<i>Brush rusak</i>	<i>Lapping web</i>	Mesin stop selama 2 jam	6	1	3	18
15	Hidrolis tabel tidak berfungsi	<i>Seal hidrolis bocor</i>	<i>Table web error</i>	8	1	5	40
16	<i>Bearing Top flat seret</i>	Terdapat kotoran pada <i>Bearing Top flat</i>	Mesin stop selama 1 jam	4	1	10	40
17	<i>Bearing chutefeed aus</i>	Lapping material pada <i>bearing</i>	Mesin stop selama 2 jam	6	1	10	60
18	<i>Belt brush putus</i>	Terdapat kotoran pada <i>belt brush</i>	Mesin stop selama 1 jam	4	1	10	40
19	<i>Motor doffer retak</i>	<i>Bearing macet</i>	Mesin stop selama 1 jam	4	1	10	40
20	<i>Seling coiler putus</i>	<i>Sensor coiler tidak berfungsi</i>	Kualitas produk rendah	3	1	10	30
21	<i>Gearbox aus</i>	<i>Lifetime habis</i>	Mesin stop selama 1 jam	4	5	10	200
22	<i>Wire cylinder tumpul</i>	Lapping pada <i>wire cylinder</i>	<i>Web</i> tidak rata	3	1	7	21