

**PENGUKURAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) SEBAGAI
UPAYA MENINGKATKAN NILAI EFEKTIVITAS MESIN *CARDING*
(Studi kasus: PT. XYZ)**

**MEASUREMENT *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) TO
INCREASE VALUE OF *CARDING* EFFECTIVENESS
(Case Study: PT. XYZ)**

Herwindo¹⁾, Arif Rahman²⁾, Rahmi Yuniarti³⁾

Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email: hrwindo@gmail.com¹⁾, posku@ub.ac.id²⁾, rahmi_yuniarti@ub.ac.id³⁾

Abstrak

PT. XYZ 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. Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di mesin carding digunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) digunakan untuk mengukur efektivitas mesin carding dan untuk mengetahui losses yang memberikan dampak terbesar terhadap nilai efektivitas mesin carding. Dari hasil perhitungan menunjukkan nilai 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. Setelah itu dilakukan analisis dengan FMEA untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan yang menyebabkan menurunnya efektivitas mesin carding. 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.

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

1. Pendahuluan

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. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak pada sektor Industri Tekstil. Produk Utama PT. XYZ adalah 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. XYZ dapat dilihat pada Tabel 3. Proses produksi di PT. XYZ 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. XYZ menyebabkan tingginya *downtime* yang terjadi pada mesin produksi. Pada Tabel 1. merupakan *downtime* yang terjadi selama November 2012 sampai November 2013.

Tabel 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

Tabel 2. Persentase *Reduce Speed* Mesin

No	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

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 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 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

Berdasarkan Tabel 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*, penelitian ini berfokus pada mesin *carding*.

Salah satu pendekatan yang digunakan untuk menanggulangi permasalahan yang terjadi pada mesin *carding* adalah 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)*. FMEA merupakan suatu prosedur terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*) (Gasperz, 2002).

2. Metode Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif, yaitu 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 (Sugiyono, 2011).

2.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan akan menjadi input pada tahap pengolahan data. Data- data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain:

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 di perusahaan pada periode November 2012-November 2013, data tersebut antara lain data *downtime* mesin *carding*, data jam kerja mesin *carding*, data produksi mesin *carding*, data *defect* mesin *carding* yang ditunjukkan pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6.

Tabel 4. Data *Downtime* Mesin *Carding*

Bulan	<i>Downtime</i> (menit)
November	7800
Desember	7500
Januari	6900
Februari	8220
Maret	7320

Lanjutan Tabel 4. Data *Downtime* Mesin *Carding*

April	6600
Mei	6600
Juni	7020
Juli	6960
Agustus	6960
September	7020
Oktober	6300
November	8160

Tabel 5. Data Jam Kerja mesin *carding*

Bulan	Jam kerja (menit)
November	38850
Desember	40260
Januari	38910
Februari	36210
Maret	38910
April	40260
Mei	38850
Juni	38850
Juli	41610
Agustus	32160
September	40260
Oktober	40260
November	38850

Tabel 6. Jumlah Produksi per mesin *carding*

Bulan	Produksi Permesin (kg)	<i>Defect</i> Permesin (kg)
November	1330	65
Desember	1923	99
Januari	1375	42
Februari	2300	72
Maret	2299	30
April	1616	27
Mei	2148	20
Juni	2654	29
Juli	2830	32
Agustus	1933	115
September	2767	49
Oktober	1961	43
November	2560	58

2.2 Pengolahan data

Pengolahan data bertujuan untuk melakukan penyelesaian dari masalah yang diteliti. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pengolahan data ini adalah:

a. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

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 ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketersediaan mesin beroperasi atau tingkat pemanfaatan peralatan produksi.
2. Perhitungan *Performance Rate*
Perhitungan ini untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin dan peralatan pada saat kegiatan produksi.
3. Perhitungan nilai *Rate of Quality*
Perhitungan ini untuk menentukan keefektifan produksi berdasarkan kualitas produk yang dihasilkan.
4. Perhitungan nilai OEE
Perhitungan nilai OEE sendiri berfungsi untuk mengetahui tingkat keefektifan dari mesin yang menjadi objek penelitian.
- b. Perhitungan *Six Big Losses*
Tujuan dilakukan perhitungan *Six Big Losses* adalah untuk mengetahui *losses* mana yang menyebabkan nilai efektivitas mesin rendah.
- c. Pengukuran *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan suatu prosedur terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Risiko dikategorikan sebagai risiko kritis dimana jika memiliki nilai RPN di atas nilai kritis, nilai RPN yang berada diatas nilai kritis, nantinya ditentukan sebagai prioritas tindakan yang harus diambil terhadap faktor-faktor penyebab menurunnya efektivitas mesin *carding*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan *Availability rate*

Availability rate merupakan rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin. *Availability rate* dihitung dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Availability rate} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \quad (\text{Pers.1})$$

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

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

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

Tabel 7. Hasil Perhitungan *Availability Rate*

Bulan	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Operating Time (menit)	AR
November	38850	7800	31050	79.92%
Desember	40260	7500	32760	81.37%
Januari	38910	6900	32010	82.27%
Februari	36210	8220	27990	77.30%
Maret	38910	7320	31590	81.19%
April	40260	6600	33660	83.61%
Mei	38850	6600	32250	83.01%
Juni	38850	7020	31830	81.93%
Juli	41610	6960	34650	83.27%
Agustus	32160	6960	25200	78.36%
September	40260	7020	33240	82.56%
Oktober	40260	6300	33960	84.35%
November	38850	8160	30690	79.00%
Rata-rata				81.40%

Berdasarkan Tabel 7 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%.

3.2 Perhitungan *performance rate*

Performance rate adalah rasio yang menggambarkan kemampuan suatu mesin/peralatan dalam menghasilkan suatu produk/barang. *Performance rate* dihitung dengan rumus (Stephens, 2004):

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

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

$$= 26.04 \%$$

Tabel 8. Hasil Perhitungan *Performance Rate*

Bulan	Processed amount (kg)	Loading Time(menit)	Downtime	PR
November	1330	38850	7800	26.04%
Desember	1923	40260	7500	35.68%
Januari	1375	38910	6900	26.11%
Februari	2300	36210	8220	49.95%
Maret	2299	38910	7320	44.24%
April	1616	40260	6600	29.19%
Mei	2148	38850	6600	40.49%
Juni	2654	38850	7020	50.69%
Juli	2830	41610	6960	49.65%
Agustus	1933	32160	6960	46.63%
September	2767	40260	7020	50.60%
Oktober	1961	40260	6300	35.10%
November	2560	38850	8160	50.71%
Rata-rata				41.16%

Berdasarkan Tabel 8 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%.

3.3 Perhitungan rate of quality

Rate of Quality adalah rasio mesin dalam menghasilkan suatu produk sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. *Rate of Quality* dihitung dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100 \% \quad (\text{Pers.3})$$

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

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Rate Of Quality*

Bulan	Processed amount (kg)	Defect amount (kg)	RQ
November	1330	65	95.11%
Desember	1923	99	94.85%
Januari	1375	42	96.95%
Februari	2300	72	96.87%
Maret	2299	30	98.70%
April	1616	27	98.33%
Mei	2148	20	99.07%
Juni	2654	29	98.91%
Juli	2830	32	98.87%
Agustus	1933	115	94.05%
September	2767	49	98.23%
Oktober	1961	43	97.81%
November	2560	58	97.73%
Rata-rata			97.34%

Berdasarkan Tabel 9 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%.

3.4 Perhitungan 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 10. OEE dihitung dengan rumus (Stephens, 2004):

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

$$\text{OEE} = 79.92\% \times 26.04\% \times 95.11\% = 19.79\%$$

Tabel 10. Hasil Perhitungan OEE

Bulan	AR	PR	RQ	OEE
November	79.92%	26.04%	95.11%	19.79%
Desember	81.37%	35.68%	94.85%	27.54%
Januari	82.27%	26.11%	96.95%	20.83%
Februari	77.30%	49.95%	96.87%	37.40%
Maret	81.19%	44.24%	98.70%	35.45%
April	83.61%	29.19%	98.33%	23.99%
Mei	83.01%	40.49%	99.07%	33.30%
Juni	81.93%	50.69%	98.91%	41.07%
Juli	83.27%	49.65%	98.87%	40.88%
Agustus	78.36%	46.63%	94.05%	34.36%
September	82.56%	50.60%	98.23%	41.04%
Oktober	84.35%	35.10%	97.81%	28.96%
November	79.00%	50.71%	97.73%	39.15%
Rata-rata				32.60%

Pada Tabel 10 dapat diketahui besar nilai rata-rata OEE adalah 32.60%, nilai ini jauh dari ketetapan 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%.

3.5 Analisis Six Big Losses

OEE menyoroti 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 pengelompokan 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):

$$\frac{\text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100 \% \quad (\text{Pers.5})$$

- 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):

$$\frac{\text{Setup time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \% \quad (\text{Pers.6})$$

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. 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):

$$\frac{\text{non productive time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \% \quad (\text{Pers.7})$$

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

$$\frac{\text{Operating time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{Processed amount})}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (\text{Pers.8})$$

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):

$$\frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Defect amount}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (\text{Pers.9})$$

- 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):

$$\frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{reject}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (\text{Pers.10})$$

Tabel 11. Hasil Perhitungan *Time Losses*

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)
November	7800	0	0	22965.68627	395.0980392	0
Desember	7500	0	0	21071.17647	601.7647059	0
Januari	6900	0	0	23652.15686	255.2941176	0
Februari	8220	0	0	14009.60784	437.6470588	0
Maret	7320	0	0	17615.68627	182.3529412	0
April	6600	0	0	23837.2549	164.1176471	0
Mei	6600	0	0	19193.52941	121.5686275	0
Juni	7020	0	0	15697.84314	176.2745098	0
Juli	6960	0	0	17448.03922	194.5098039	0
Agustus	6960	0	0	13450.39216	699.0196078	0
September	7020	0	0	16420.98039	297.8431373	0
Oktober	6300	0	0	22040.19608	261.372549	0
November	8160	0	0	15129.21569	352.5490196	0
Total	93360	0	0	242531.7647	4139.411765	0

Tabel 12. Persentase Kumulatif *Six Big Losses*

<i>Six Big Losses</i>	Total Time Losses	Persentase	Persentase Kumulatif
<i>Breakdown Losses</i>	93360	27.456	27.456
<i>Setup And Adjustment Losses</i>	0	0	27.456
<i>Idling And Minor Stoppages Losses</i>	0	0	27.456
<i>Speed Losses</i>	242531.7647	71.326	98.783
<i>Quality Defect</i>	4139.411765	1.217	100
<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.

3.6 Analisis FMEA

Analisis *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*) yang dapat mempengaruhi efektivitas mesin *carding*.

Data ranking FMEA didapatkan melalui *brainstorming* dengan kepala bagian maintenance yang terdiri dari pemberian ranking *severity*, *occurance*, dan *detection* pada tiap-tiap kegagalan yang terjadi. Dari ranking tersebut dilakukan perhitungan *risk priority number* (RPN) dengan rumus (Ford Motor Company, 1992):

$$RPN = S \times O \times D \quad (\text{Pers. 11})$$

3.7 Analisis RPN dan Rekomendasi Perbaikan

Analisis RPN dilakukan pada komponen yang memiliki nilai RPN Risiko dikategorikan sebagai risiko kritis dimana jika memiliki nilai RPN di atas nilai kritis, nilai RPN yang berada diatas nilai kritis, nantinya ditentukan sebagai prioritas tindakan yang harus diambil terhadap faktor-faktor penyebab menurunnya efektivitas mesin *carding*. Nilai kritis menurut (Yumaida, 2011):

$$\text{Nilai kritis RPN} = \frac{\text{Total RPN}}{\text{Jumlah Risiko}} \quad (\text{Pers.12})$$

Dari Analisis FMEA yang telah dilakukan didapatkan 13 komponen penyebab menurunnya efektivitas mesin *carding*. Dengan perhitungan nilai kritis sebagai berikut:

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

Dari 13 komponen tersebut didapatkan 7 komponen yang memiliki RPN diatas nilai kritis dibawah ini diberikan rekomendasi perbaikan pada 7 komponen penyebab efektivitas mesin *carding* turun dan rekomendasi perbaikan yang tepat guna mencegah kegagalan tersebut terjadi lagi.

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

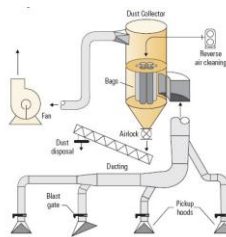
Hal ini diakibatkan oleh masuknya benda padat yang masuk bersamaan dengan *lap* seperti kawat, sehingga mengakibatkan *wire* pada *taker in* putus dan menyebabkan mesin berhenti beroperasi, dan hal ini membutuhkan perbaikan yang lama, yaitu dengan melakukan pembongkaran pada bagian *taker in*. Belum 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 1 merupakan contoh *proximity switch*.



Gambar 1. *Proximity Switch*

2. *Cylinder* macet, RPN bernilai 140
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 2 merupakan contoh *dust collector*.



Gambar 2. *Dust Collector*

3. *Coiler error*, RPN bernilai 140
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* rompel. 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 3 merupakan contoh *limit switch*.



Gambar 3. *Limit switch*

4. *Flat doffer* cacat, RPN bernilai 140
Cacat yang terjadi pada *flat doffer* adalah tumpulnya 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
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 2.

6. *Pulley comb* macet, RPN bernilai 140
Pulley comb 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 2.
7. *Disco* kurang pelumas, RPN bernilai 112
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*.

4. 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*.

Daftar Pustaka

Ford Motor Company. (1992). *Potential Failure Mode and Effect Analysis: System-Design Process*.

- 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.
- Nakajima,S.. (1988). *Introduction to Total Productive Maintenance*. Productivity Press Inc, Pre Inc, Cambridge Massachusettes.
- Gasperz, Vincent. (2002). *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Stephens, Matthew. P. (2004). *Productivity and Reliability Based Maintenance Management*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- 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.