

**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 Sitinjak<sup>1)</sup>, Arif Rahman<sup>2)</sup>, Remba Yanuar Efranto<sup>3)</sup>**

Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Emai: [rustam\\_sitinjak@yahoo.co.id](mailto:rustam_sitinjak@yahoo.co.id)<sup>1)</sup>, [posku@ub.ac.id](mailto:posku@ub.ac.id)<sup>2)</sup>, [remba@ub.ac.id](mailto:remba@ub.ac.id)<sup>3)</sup>

**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:

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

Keterangan:

Waktu operasi = Waktu loading - waktu downtime

Waktu loading = waktu kerja + waktu lembur

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

$$Availability\ rate = 64,44\%$$

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:

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

Keterangan:

b : jumlah produksi

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

d : waktu operasi (menit)

*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:

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

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 <i>setup</i> (menit) | Waktu <i>loading</i> (menit) | % <i>Setup and adjustment losses</i> |
|-----------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Maret     | 1440                       | 44640                        | 3.23%                                |
| April     | 1440                       | 43200                        | 3.33%                                |
| Mei       | 1440                       | 44640                        | 3.23%                                |
| Juni      | 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 <i>non productive</i> (menit) | Waktu <i>loading</i> (menit) | % <i>Idling And Minor Stoppage Losses</i> |
|-----------|-------------------------------------|------------------------------|---|
| Maret     | 0                                   | 44640                        | 0%  |
| April     | 0                                   | 43200                        | 0%  |
| Mei       | 0                                   | 44640                        | 0%  |
| Juni      | 0                                   | 43200                        | 0%  |
| Juli      | 0                                   | 44640                        | 0%  |
| Agustus   | 0                                   | 44640                        | 0%  |
| September | 0                                   | 43200                        | 0%  |
| Oktober   | 0                                   | 44640                        | 0%  |
| November  | 0                                   | 43200                        | 0%  |
| Desember  | 0                                   | 44640                        | 0%  |
| Januari   | 0                                   | 44640                        | 0%  |
| Februari  | 0                                   | 40320                        | 0%  |
| Maret     | 0                                   | 44640                        | 0%  |

Dari hasil perhitungan 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.

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

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) | <i>Cycle time</i> (menit/m eter) | Waktu <i>loading</i> (menit) | % <i>Quality defect</i> |
|-----------|---------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 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 <i>time</i> | Waktu <i>Loading</i> | % <i>Yield Losses</i> |
|-----------|-----------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| 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*

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

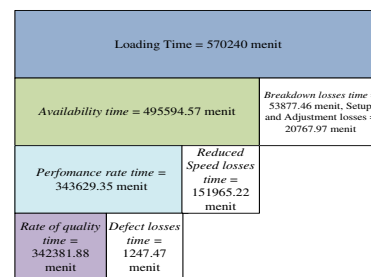
**Tabel 18.** Persentase *Time Losses Carding Cotton 5*

| <i>Six Big Losses</i>                   | <i>Time Losses (menit)</i> | % <i>Losses</i> |
|---|----------------------------|-----------------|
| <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*

| <i>Six Big Losses</i>                   | <i>Time Losses (menit)</i> | % <i>Losses</i> |
|---|----------------------------|-----------------|
| <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*. 1<sup>st</sup> 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 <i>input</i> (meter) | Waktu <i>loading</i> (menit) | % <i>Reduced Speed Losses</i> |
|-----------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Maret     | 44640                 | 0.01                                  | 3147577.08                  | 44640                        | 29.49%                        |
| April     | 43200                 | 0.01                                  | 3123884.17                  | 43200                        | 27.69%                        |
| Mei       | 44640                 | 0.01                                  | 3265637.50                  | 44640                        | 26.85%                        |
| Juni      | 27840                 | 0.01                                  | 1749031.35                  | 43200                        | 23.96%                        |
| Juli      | 6120                  | 0.01                                  | 439128.01                   | 44640                        | 3.87%                         |
| Agustus   | 44640                 | 0.01                                  | 2808371.17                  | 44640                        | 37.09%                        |
| September | 43200                 | 0.01                                  | 3126092.58                  | 43200                        | 27.64%                        |
| Oktober   | 44640                 | 0.01                                  | 3113099.50                  | 44640                        | 30.26%                        |
| November  | 43200                 | 0.01                                  | 2965947.08                  | 43200                        | 31.34%                        |
| Desember  | 44640                 | 0.01                                  | 3070755.92                  | 44640                        | 31.21%                        |
| Januari   | 44640                 | 0.01                                  | 3319794.25                  | 44640                        | 25.63%                        |
| Februari  | 40320                 | 0.01                                  | 2974993.33                  | 40320                        | 26.22%                        |
| Maret     | 44640                 | 0.01                                  | 3335722.75                  | 44640                        | 25.28%                        |

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

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