

EVALUASI TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE DENGAN PENDEKATAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA MESIN CARDING PT. ABC

Alfredo Buddhi Putra, Wiwik Budiawan

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7560052

E-mail: wiwik.budiawan@gmail.com, alfredo.putra@yahoo.com

ABSTRAK

EVALUASI TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE DENGAN PENDEKATAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA MESIN CARDING PT. ABC. PT.ABC sebagai perusahaan yang bergerak dibidang produksi yarn dan tekstil terbesar di Indonesia. Salah satu jenis produk yang dihasilkan, yaitu produk yarn yang menjadi produk unggulan perusahaan. Produk yarn diproses menggunakan beberapa mesin antara lain mesin blowing, carding, Hylap/combing, drawing, roving, ring frame, dan winding. Berdasarkan data evaluasi kinerja fasilitas produksi periode Desember 2016, ditemukan indikasi losses pada mesin carding. Losses tersebut ditandai dengan adanya downtime, speed losses, dan defects pada mesin tersebut. Berdasarkan perhitungan OEE, ditemukan bahwa nilai availability ratio dari mesin carding hanya sebesar 63,053%, dan nilai OEE keseluruhan masih jauh dari standar nilai OEE ideal yaitu sebesar 48,014%. Pada perawatan mesin, dikenal istilah Six Big Losses yang merupakan enam kerugian yang dapat mengurangi tingkat efektifitas mesin. Six Big Losses dikategorikan menjadi tiga kategori utama yaitu Downtime, Speed Losses, dan Defects. Munculnya ketiga indikasi losses pada data evaluasi kinerja fasilitas PT. ABC menunjukkan bahwa mesin yang digunakan pada produksi yarn belum bekerja secara efektif. Sehingga diperlukan upaya untuk meminimalisasi terjadinya losses pada mesin produksi yarn, yaitu mesin carding. Identifikasi terhadap penyebab losses terbesar digunakan untuk menemukan bagian yang bermasalah pada kinerja fasilitas produksi dan faktor penyebabnya. Diharapkan peneliti dapat memberi saran perbaikan pada sistem agar PT. ABC dapat meminimalisasi terjadinya losses pada mesin yang digunakan.

Kata Kunci: *Produktivitas, Overall Equipment Effectiveness (OEE), cause-effect diagram, efektivitas mesin*

ABSTRACT

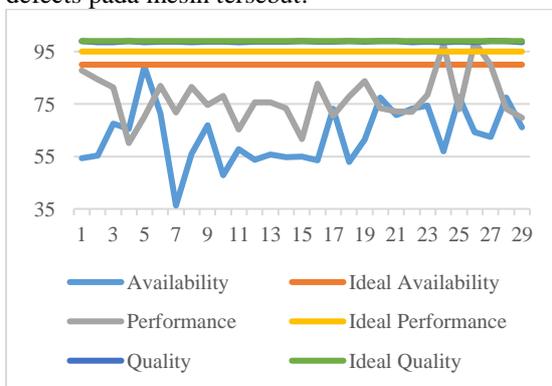
TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE EVALUATION WITH OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) APPROACH TO CARDING MACHINE PT. ABC. PT.ABC as a company engaged in the production of yarn and the largest textiles in Indonesia. One type of product namely yarn products that become the company's flagship product. Yarn products are processed using several machines including blowing machine, carding, Hylap / combing, drawing, roving, ring frame, and winding. Based on the performance evaluation data of production facilities for the period of December 2016, there are indications of losses on the carding machine. Losses are characterized by downtime, speed losses, and defects on the machine. Based on the OEE calculation, it was found that the availability ratio of the carding machine was only 63.053%, and the overall OEE value was still far from the ideal OEE standard value of 48.014%. In machine maintenance that defined as Six Big Losses which are six losses, can reduce the level of engine effectiveness. Six Big Losses are categorized into three main categories: Downtime, Speed Losses, and Defects. The emergence of the three indications of losses on performance evaluation data of PT. ABC shows that the machines used in yarn production have not worked effectively. So it takes effort to minimize the occurrence of losses on yarn production machine, namely carding machine. The identification of the biggest cause of losses is used to find the problematic part of the performance of the production facility and its causal factors. It is expected that the researcher can give suggestions for improvement on the system so that PT. ABC can minimize the occurrence of losses on the machine used.

Keywords: *Productivity, Overall Equipment Effectiveness (OEE), cause-effect diagram, machine effectiveness*

1. PENDAHULUAN

PT.ABC merupakan perusahaan yang bergerak dibidang produksi yarn dan tekstil terbesar di Indonesia yang terletak di Kabupaten Semarang. Perusahaan ini mengoperasikan pemintalan benang dan pertununan kain sekaligus dalam satu lokasi. Produk yang dihasilkan terbagi menjadi 4 kelompok produk, yaitu Yarn, Kain Greige, Kain Finished dan Denim. PT. ABC mengeksport produk ke lebih dari 70 negara di lima benua ke seluruh dunia. Banyaknya permintaan hingga ke belahan dunia menjadi salah satu faktor utama bagi PT.ABC dalam meningkatkan produktivitas dengan memanfaatkan fasilitas seefektif mungkin.

Salah satu jenis produk Yarn yang dihasilkan menjadi produk unggulan PT. ABC. Produk tersebut diproses menggunakan beberapa mesin antara lain mesin blowing, carding, Hylap/combing, drawing, roving, ring frame, dan winding. Berdasarkan data evaluasi kinerja fasilitas produksi periode Desember 2016, ditemukan indikasi losses pada mesin carding dan ring frame. Losses tersebut ditandai dengan adanya downtime, speed losses, dan defects pada mesin tersebut.



Gambar 1 Laporan Harian Mesin Carding Desember 2016

Pada perawatan mesin, dikenal istilah Six Big Losses yang harus dihindari setiap perusahaan. Six Big Losses merupakan enam kerugian yang dapat mengurangi tingkat efektifitas mesin. Six Big Losses dikategorikan menjadi tiga kategori utama yaitu Downtime, Speed Losses, dan Defects. Munculnya ketiga indikasi losses pada data evaluasi kinerja fasilitas PT. ABC menunjukkan bahwa mesin yang digunakan pada produksi yarn belum bekerja secara efektif. Sehingga diperlukan upaya untuk meminimalisasi terjadinya losses pada mesin produksi yarn, yaitu mesin carding. Identifikasi terhadap penyebab losses terbesar digunakan untuk menemukan bagian yang bermasalah pada kinerja fasilitas produksi dan faktor penyebabnya. Diharapkan peneliti dapat memberikan saran perbaikan bagi PT.ABC.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan studi pendahuluan, yaitu mencari referensi – referensi yang berkaitan dengan materi *Maintenance* dan *Total Productive Maintenance* (TPM). *Total Productive Maintenance* atau disingkat dengan TPM adalah suatu sistem yang digunakan untuk memelihara dan meningkatkan kualitas produksi melalui perawatan perlengkapan dan peralatan kerja seperti Mesin, Equipment dan alat-alat kerja. Fokus utama Total Productive Maintenance atau TPM ini adalah untuk memastikan semua perlengkapan dan peralatan Produksi beroperasi dalam kondisi terbaik sehingga menghindari terjadinya kerusakan ataupun keterlambatan dalam proses produksi. Dari hasil studi pendahuluan dapat diketahui bahwa salah satu penyebab timbulnya jumlah kerusakan yang dialami oleh *Line Carding* adalah kebijakan *maintenance* yang belum optimal serta performansi mesin yang relatif rendah, yaitu sebesar 48,014 %. Hal ini dikarenakan mesin-mesin yang digunakan memiliki waktu beroperasi selama 24 jam sehari. Dengan kondisi yang seperti itu, maka penulis akan melakukan penelitian mengenai tingkat efektifitas mesin-mesin tersebut dalam satu lini dengan menganalisis dari tiga aspek yang mempengaruhi nilai OEE yaitu *Availability*, *Performance Efficiency* dan *Quality Rate* pada *line carding*.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan produk dari kegiatan operasi dengan *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan. Dalam mengukur kinerja mesin/peralatan yakni, *downtime losses*, *speed losses* dan *defect losses*. Setelah itu, langkah yang dilakukan adalah mengidentifikasi *Six Big Losses* yang terjadi pada produktivitas mesin, serta melakukan pemilihan kebijakan *maintenance* yang tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat efektifitas *line ring frame* dengan melakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang ditinjau dari tiga aspek yaitu *availability*, *performance efficiency* dan *quality rate* yang kemudian dibandingkan dengan standar *world class industry*.

Data yang diperlukan dalam penelitian efektifitas mesin *carding* ini adalah data berapa lama mesin beroperasi, data berapa lama mesin *breakdown*, data berapa lama mesin mengalami *unplanned downtime*, data *setup time* mesin, data *idle time* mesin, data *minor stoppages* mesin, jumlah total produksi, dan jumlah produk cacat selama bulan Desember 2016 yang dapat dilihat pada laporan harian mesin dan produksi pada *line carding* bulan Desember 2016. Pada tahap terakhir yaitu berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan diberikan berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan dan disesuaikan dengan tujuan penelitian. Selain itu juga

diberikan saran-saran yang sekiranya dapat bermanfaat dan menjadi bahan pertimbangan bagi pihak perusahaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Laporan Harian Mesin dan Produksi pada Line Carding Desember 2016

Untuk melakukan penghitungan *Overall Equipment Effectiveness*, diperlukan data laporan produktivitas mesin yang diperoleh dari data perusahaan. Data ini dapat dilihat pada Lampiran A.

Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada Mesin Carding

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan produk dari kegiatan operasi dengan *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan. Dalam mengukur kinerja mesin/peralatan yakni, *downtime losses*, *speed losses* dan *defect losses*. Menurut Nakajima (1988), OEE merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasikan tingkat produktivitas mesin/peralatan dari kinerja secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu ditingkatkan produktivitasnya ataupun efisiensi mesin/peralatan dan juga dapat menunjukkan area *bottleneck* yang terdapat pada proses produksi. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin/peralatan. Pengukuran OEE didasarkan berdasarkan tiga aspek, yaitu *availability ratio*, *performance ratio*, dan *quality ratio*.

a. Availability Ratio

Availability merupakan rasio dari tingkat ketersediaan *operation time* terhadap *loading time*. Rumus yang digunakan pada perhitungan *Availability* :

$$Availability = \frac{operating\ time}{loading\ time} \times 100\%$$

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

Rasio kemampuan mesin yang dinyatakan dalam total waktu operasi tersedia (*operating time*) dengan *loading time*. Sedangkan *loading time* sendiri adalah waktu tersedia (perhari atau perbulan dll) dikurangi dengan *planned downtime*. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa tingkat ketersediaan dapat dimaksimalkan apabila *downtime* peralatan dibuat seminimal mungkin. (Nakajima, 1989)

• Downtime

$$Downtime = unplanned\ downtime + setup\ time + stop\ time + idling\ time$$

$$= 3.497,4 + 42 + 1.529 + 7.181,63$$

$$= 12.250,03\ jam$$

• Loading Time

$$loading\ time = work\ time - planned\ downtime$$

$$= 33408 - 252 = 33.156\ jam$$

• Availability

$$Availability = \frac{operating\ time}{loading\ time} \times 100\%$$

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

$$= \frac{33156 - 12.250,03}{33156} \times 100\% = 63,053\ %$$

b. Performance Efficiency

Performance ratio merupakan suatu ratio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang.

$$Performance = \frac{Total\ processed\ amount}{operating\ time \times Rata - Rata\ kapasitas\ mesin} \times 100\%$$

Berikut adalah perhitungan nilai *Performance Efficiency* :

$$Performance = \frac{385792}{20.905,97 \times 694,30086} = 77\%$$

c. Quality Rate

Quality Ratio atau *Rate of Quality Product* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Rumus yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah:

$$Quality\ Rate = \frac{Total\ amount - defect\ amount}{Total\ amount} \times 100\%$$

Dengan cara yang sama, perhitungan *Quality Rate* secara keseluruhan untuk bulan Desember 2016 dapat dilihat sebagai berikut:

$$Quality\ Rate = \frac{385792,46 - 4768,462}{385792,46} \times 100\%$$

$$= 98,7677\ %$$

Penentuan Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Setiap perusahaan menginginkan peralatan dapat bekerja secara maksimal, tidak ada waktu yang terbuang, tetapi kenyataannya hal tersebut tidaklah mudah. Untuk itu maka pengukuran terhadap *Overall Equipment Effectiveness* sangatlah diperlukan. Tabel 1 menjelaskan

batasan penentuan nilai-nilai OEE yang ideal dengan standar industri *World Class*: (Nakajima, 1989)

Tabel 1 Nilai-nilai OEE yang Ideal

Deskripsi	Nilai
<i>Availability</i>	>90%
<i>Performance Efficiency</i>	>95%
<i>Quality Rate</i>	>99%
OEE	>85%

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah sebuah metrik yang berfokus pada seberapa efektif suatu operasi produksi dijalankan. Hasil dinyatakan dalam bentuk yang bersifat umum sehingga memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di industri yang berbeda.

Hasil pengolahan data untuk perhitungan OEE untuk masing-masing periode dengan menggunakan cara perhitungan yang sama dapat dilihat pada tabel sebelumnya. Setelah persentase *availability*, *performance*, dan *quality rate* diketahui, maka nilai OEE dapat dicari dengan rumus:

$$OEE = \text{availability} \times \text{performance} \times \text{quality rate}$$

Dengan rumus ini, dapat dilakukan perhitungan OEE sebagai berikut:

$$OEE = 63,053 \% \times 77 \% \times 98,7677 \% = 48,014 \%$$

Dari perhitungan ini dapat disimpulkan bahwa pada Bulan Desember 2016, persentase OEE mesin *ring frame* adalah sebesar 48,014 %.

Perhitungan Six Big Losses

a. Downtime Losses

Waktu yang seharusnya digunakan untuk melakukan proses produksi akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin (*equipment failures*) mengakibatkan mesin tidak dapat melaksanakan proses produksi sebagaimana mestinya. Dalam *overall equipment effectiveness* (OEE), *equipment failures* dan waktu *setup and adjustment* dikategorikan sebagai kerugian waktu *downtime* (*downtime losses*).

1. Equipment Failures (breakdown)

Kegagalan mesin melakukan proses (*equipment failures*) atau kerusakan (*breakdown*) yang tiba-tiba dan tidak diharapkan terjadi adalah penyebab kerugian yang

terlihat jelas, karena kerusakan tersebut akan mengakibatkan mesin tidak menghasilkan *output*. Besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang akibat faktor *breakdowns loss* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Equipment Failure Loss} = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Perhitungan *equipment failure loss* pada mesin *carding* adalah :

$$\text{Equipment Failure Loss} = \frac{403}{29.657} \times 100\% = 1,36 \%$$

2. Setup and Adjustment

Kerusakan pada mesin maupun pemeliharaan secara keseluruhan akan mengakibatkan mesin tersebut harus dihentikan terlebih dahulu. Sebelum mesin difungsikan kembali akan dilakukan penyesuaian terhadap fungsi mesin tersebut yang dinamakan dengan waktu *setup* dan *adjustment* mesin. Dalam perhitungan *setup* dan *adjustment loss* dipergunakan data waktu *setup* mesin yang mengalami kerusakan dan pemeliharaan mesin secara keseluruhan pada mesin *Carding*. Untuk mengetahui besarnya persentase *downtime loss* yang diakibatkan oleh waktu *setup and adjustment* tersebut digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Setup/adjustment Loss} = \frac{\text{Total Setup/Adjustment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Untuk perhitungan *setup and adjustment* pada mesin *Carding* adalah :

$$\text{Setup/adjustment Loss} = \frac{42}{33156} \times 100\% = 0,126\%$$

b. Speed Losses

Speed loss terjadi pada saat mesin tidak beroperasi sesuai dengan kecepatan produksi maksimum yang sesuai dengan kecepatan mesin yang dirancang. Faktor yang mempengaruhi speed losses ini adalah *idling* and *minor stoppages* dan *reduced speed*.

1. Idling and Minor Stoppages

Idling and minor stoppages terjadi jika mesin berhenti secara berulang-ulang atau mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk. Jika *idling and minor*

stoppages sering terjadi maka dapat mengurangi efektivitas yang hilang karena faktor *idling and minor stoppages* digunakan rumusan sebagai berikut:

$$\text{Idling and Minor Stoppages} = \frac{\text{Nonproductive time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Nonproductive time = Operation time – Actual Production time

$$\text{Actual Production Time} = \frac{\text{Jumlah Produksi per Bulan (Ton)}}{\text{Produksi produk ideal (Ton/jam)}} \times 100\%$$

Untuk perhitungan *Idling and minor stoppages* pada mesin *Carding* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Idling and Minor Stoppages} &= \frac{(1529+7181,63)}{33156} \times 100\% \\ &= 26,2716\% \end{aligned}$$

2. **Reduced Speed**

Reduced speed adalah selisih antara waktu kecepatan produksi aktual dengan kecepatan produksi mesin yang ideal. Untuk mengetahui besarnya persentase faktor *reduced speed* yang hilang, maka digunakan rumusan berikut:

$$\text{Reduced speed Loss} = \frac{\text{Actual Production Time} - \text{Ideal Cycle Time} \times \text{Jumlah Produksi}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Untuk perhitungan *Reduced speed* pada mesin *Carding* tidak dapat dilakukan karena Penulis tidak memiliki data yang mencukupi.

c. **Defect Losses**

Defect loss artinya mesin tidak menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dan standar kualitas produk yang telah ditentukan dan *scrap* sisa hasil proses selama produksi berjalan. Faktor yang dikategorikan ke dalam *defect loss* adalah *rework loss* dan *yield/scrap loss*.

1. **Rework Losses**

Rework Loss adalah produk yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas yang telah ditentukan walaupun masih dapat diperbaiki ataupun dikerjakan ulang. Untuk mengetahui persentase faktor *rework loss* yang mempengaruhi efektivitas penggunaan mesin. Digunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Rework loss} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Untuk perhitungan *Rework Loss* pada mesin *Carding* tidak dapat

dilakukan karena Penulis tidak memiliki data yang mencukupi.

2. **Yield/Scrap Losses**

Yield/scrap loss adalah kerugian yang timbul selama proses produksi belum mencapai keadaan produksi yang stabil pada saat proses produksi mulai dilakukan sampai tercapainya keadaan proses yang stabil, sehingga produk yang dihasilkan pada awal proses sampai keadaan proses yang stabil dicapai tidak memenuhi spesifikasi kualitas yang diharapkan. Untuk mengetahui persentase faktor *Yield/scrap loss* yang mempengaruhi efektivitas penggunaan mesin. Digunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Yield/scrap loss} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Perhitungan *Yield/scrap loss* pada mesin *Carding* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Yield/scrap loss} &= \frac{0}{33156} \times 100\% = 0\% \end{aligned}$$

Cause-effect Diagram

Merupakan suatu *tools* yang dipergunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara sebab dan akibat agar dapat menemukan akar penyebab dari suatu permasalahan. *Cause effect diagram* juga biasa disebut sebagai *fishbone diagram* karena bentuknya menyerupai tulang ikan atau juga biasa disebut sebagai *ishikawa diagram* karena diperkenalkan oleh *Kaoru Ishikawa* pada tahun 1968 dan merupakan salah satu dari 7 alat pengendalian kualitas atau *Seven Tools*. *Cause and effect diagram* menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan dengan beragam penyebabnya.

Berdasarkan perhitungan OEE yang telah dibuat ternyata terjadi masalah pada semua aspek OEE dengan masalah utama yang paling banyak terjadi pada mesin *carding* adalah pada aspek *availability*. Oleh karena itu perlu dibuat diagram sebab akibat yang dapat dilihat pada Lampiran C. Berikut adalah pengelompokan masalah pada mesin *carding*:

a. **Man**

- Beberapa operator kurang mengamalkan 6S dan tidak menggunakan *earplug*. Masih banyak beberapa operator yang tidak mengamalkan asas 6S dan tidak memakai *earplug* dalam bekerja sehingga membuat operator kurang konsentrasi dan kurang fokus dalam bekerja yang membuat produktivitas menurun.

- b. *Method*
- Proses setup mesin yang terlalu lama sehingga mengurangi *operating time*. Hal ini dikarenakan persiapan dalam mempersiapkan bahan material yang cukup lama dan tim *mechanic* kurang fokus dalam satu mesin dalam bekerja sehingga pengerjaannya kurang cepat.
- c. *Machine*
- Kondisi mesin yang cukup tua sehingga menyebabkan banyak kasus *breakdown* Mesin *carding* yang berjumlah 48 mesin ini sudah cukup lama melakukan operasi yaitu dari tahun 2000-an. Oleh karena itu beberapa fitur mesin telah rusak, sehingga setiap mesinnya selalu dijadwalkan *maintenance*.
 - Keadaan *spare part* yang mudah rusak sehingga perlu diganti
 Karena besarnya frekuensi penggunaan mesin yaitu dalam waktu 24 jam, maka *sparepart* juga harus sering diganti. Ditambah lagi kondisi mesin yang lama sehingga membuat mesin cepat *breakdown*.
- d. *Environment*
- Peletakan Silinder yang kurang baik
 Silinder tempat menyimpan output pada mesin *carding* kurang baik dalam penempatannya, sehingga *space* untuk mengoperasikan mesin ataupun untuk akses jalan menjadi terganggu.
- e. *Material*
- Kondisi material kapas yang mudah terurai
 Karena kondisi material kapas yang mempunyai sifat serat yang mudah terurai, maka banyak serat kapas yang beterbangan dan tertinggal dalam *sparepart* mesin sehingga mengganggu produktivitas mesin
 - Material mudah putus saat proses berlangsung
 Pada saat proses menggunakan mesin *carding* dilakukan, material kapas mudah terputus saat penggilingan terjadi sehingga operator harus selalu memperhatikan proses berjalannya penggilingan pada mesin *carding*.

Dari kondisi masalah yang terjadi pada kelima aspek tersebut, maka diperlukan suatu usulan perbaikan agar masalah yang terjadi dapat dihilangkan. Rincian upaya perbaikan yang harus dilakukan dapat dilihat pada tabel faktor penyebab masalah mesin *carding* beserta solusinya pada Lampiran B.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengukuran nilai OEE pada mesin *carding*, ternyata secara keseluruhan nilai OEE pada bulan Desember 2016 sangat jauh dari standar internasional yang telah ditetapkan JIPM, yaitu hanya sebesar 48,014%. Identifikasi penyebab dari nilai OEE masih jauh dari nilai standar ialah dengan menggunakan *Cause Effect Diagram*. Berdasarkan *Cause Effect Diagram* yang telah dibuat, penyebab dari nilai OEE masih jauh dari nilai standar terdiri dari 3 faktor. Faktor yang pertama ialah faktor mesin yang meliputi kurang maksimalnya *availability rate* yang disebabkan seringnya mesin mengalami *breakdown* dikarenakan mesin yang sudah tua. Faktor kedua adalah dikarenakan seringnya terjadi pemadaman listrik pada pukul 16.00 – 22.00, hal tersebut untuk menghindari beban puncak yang telah ditetapkan oleh PLN. Faktor ketiga adalah faktor *balancing* atau *overstock*, sehingga mesin harus berhenti bekerja agar dapat menyesuaikan dengan proses mesin yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisetya Margaretha, Arif Rahman dan M. Choiri. (2012), *Analisis Overall Equipment Effectiveness Pada Rotary Printing Machine Guna Meminimalisir Six Big Losses*, Skripsi Sarjana tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya, Malang.
- Ahyari, A. (2002) *Manajemen Produksi: Pengendalian Produksi*, Edisi Empat, Buku Dua.” BPFE: Yogyakarta.
- Assauri, S. (2004) “*Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Revisi”. Lembaga Penerbit FE UI: Jakarta.
- Blanchard, S. Benjamin. (1997), *An Enhanced Approach for Implementing Total Productive Maintenance in The Manufacturing Environment*, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol 3.
- Corder, A.S. (1992) “*Teknik Manajemen Perawatan*”. Erlangga: Jakarta.
- Davis. (1995) “*Productivity Improvements Through TPM: The Philosophy and Application of Total Productive Maintenance*.” Prentice Hall International Limited: United Kingdom.
- Dervitsiotis, K.N. (1981) “*Operational Management*”. New York: Mc Graw Hill Book Company.
- Gaspersz, V. (1992) “*Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*”. Tarsito: Bandung.
- Gaspersz, V. (2007) “*Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries: Strategi Dramatik Reduksi Cacat/Kesalahan, Biaya, Inventori, dan Lead Time dalam Waktu kurang dari 6 bulan*”. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.

Hansen, R. C. (2001), *Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production / Maintenance Tool for Increased Profit*, 1st Edition Industrial Press Inc New York.

Hasriyono, M. (2009) “*Evaluasi Efektivitas Mesin Dengan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM)* di PT. Hadi Baru: Jurusan Teknik Industri Universitas Sumatera Utara.

Limantoro, D. (2013) “*Total Productive Maintenance di PT X*”. Jurnal Titra Vol. 1 No 1: Surabaya.

Marimin. (2004) “*Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*”. Gramedia Widiasarana Indonesia: Bogor.

Moubray, John. (1992), *Reliability Centered Maintenance*, Second Edition, Industrial Press Inc.

Nakajima, S. (1989) “*Implementing Total Productive Maintenance*”. Productivity Press, Inc.: Cambridge, Massachusetts.

Pawitro. (1975) “*Teknologi Pemintalan*”. Institut Teknologi Bandung: Bandung.

Lampiran (A) Data Laporan Harian Mesin dan Produksi Line Carding Desember 2016

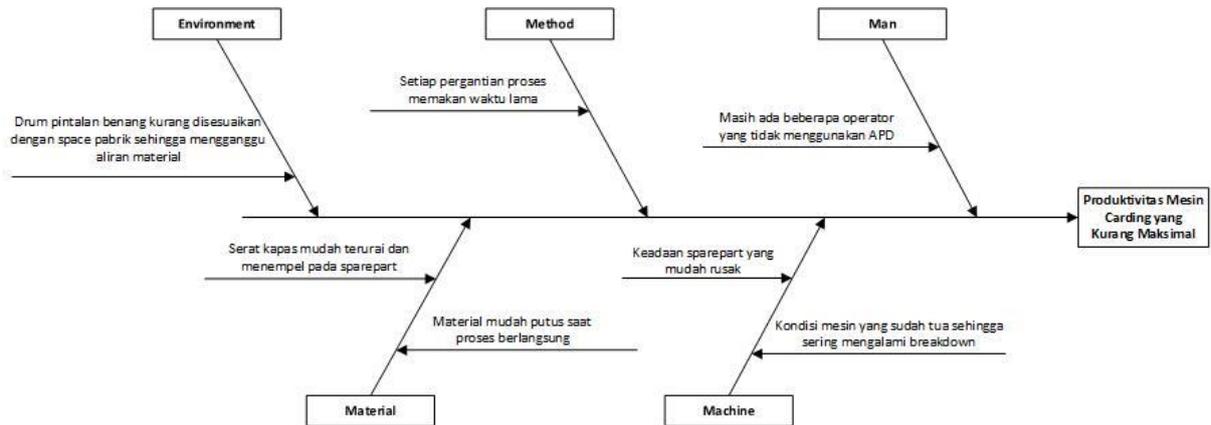
Tanggal	Work Time (Hours)	Planned Downtime (hours)	Loading Time (hours)	Unplanned Downtime (hours)	Setup Time (hours)	Stop Time (hours)	Idling Time (hours)	Waste (Kg)	Total Amount (Kg)	Kapasitas Mesin (Kg/Hour)
01-Des-16	1152	12	1140	41,6	0	0	480	146,14542	626,14542	24,455457
02-Des-16	1152	9	1143	118,5	0	0	392	185,34996	577,34996	24,670667
03-Des-16	1152	6	1146	94,25	0	0	279	214,64758	493,64758	23,722751
04-Des-16	1152	0	1152	125	0	0	272	109,54073	381,54073	21,413988
05-Des-16	1152	12	1140	16,5	1	0	104	216,61135	320,61135	22,126562
06-Des-16	1152	9	1143	112,17	0	0	216,25	190,52425	406,77425	24,633412
07-Des-16	1152	9	1143	70,25	35	74	549	85,836043	634,83604	23,244401
08-Des-16	1152	12	1140	116,6	0	170	216	172,81176	388,81176	24,634216
09-Des-16	1152	9	1143	131	0	0	247,5	164,70619	412,20619	23,120777
10-Des-16	1152	6	1146	236,01	0	0	360,69	126,12858	486,81858	25,328551
11-Des-16	LIBUR									
12-Des-16										
13-Des-16	1152	9	1143	112,78	0	0	370,19	140,72789	9579,2367	22,256813
14-Des-16	1152	12	1140	184,9	0	216	126	128,14358	11117,964	23,94844
15-Des-16	1152	12	1140	125	0	164,5	215,5	127,73613	10678,472	22,239163
16-Des-16	1152	9	1143	126	0	176,5	216	137,29849	10994,668	23,989071
17-Des-16	1152	6	1146	129,75	0	0	387,5	88,8113	8179,2209	21,138603
18-Des-16	1152	0	1152	163,5	0	155	216	143,0893	12179,819	23,854198
19-Des-16	1152	12	1140	112,25	6	8	180	153,4531	13278,823	22,605923
20-Des-16	1152	9	1143	190,5	0	95	252	131,7638	11667,719	24,773308
21-Des-16	1152	12	1140	106,17	0	0	333	174,93868	14670,18	25,005758
22-Des-16	1152	12	1140	113	0	0	144	162,19812	14486,886	22,377117
23-Des-16	1152	9	1143	114	0	149	72	155,30518	15167,651	26,015131
24-Des-16	1152	6	1146	111	0	177	20	206,11678	14603,381	24,211433
25-Des-16	1152	0	1152	96,25	0	72	127,5	203,8952	16375,642	24,385489
26-Des-16	1152	12	1140	98,95	0	72	320	248,7771	17213,417	27,119594
27-Des-16	1152	9	1143	121	0	0	135	202,70458	16339,978	25,264853
28-Des-16	1152	12	1140	131,5	0	0	275	257,87029	17930,126	24,765913
29-Des-16	1152	12	1140	113,3	0	0	315	150,59436	15084,921	23,609299
30-Des-16	1152	9	1143	130	0	0	128,5	165,80214	16558,906	25,559514
31-Des-16	1152	6	1146	155,67	0	0	232	176,93417	12609,203	23,830456

Lampiran (B) Faktor Penyebab Masalah Mesin *Carding* dan Solusinya

No	Faktor	Spesifikasi Masalah	Penyebab Khusus	Usulan Perbaikan
1.	<i>Man</i>	Beberapa operator kurang mengamalkan 6S dan tidak menggunakan <i>earplug</i>	Kesadaran akan kesehatan pada masing-masing operator masih kurang	Melakukan sosialisasi tentang pentingnya kesehatan dan bahaya kecelakaan kerja dalam produksi
				Selalu memperingatkan kepada pekerja ketika melakukan apel pagi dan memberikan sanksi apabila terdapat karyawan yang melanggar
2.	<i>Method</i>	Proses setup mesin lama	Operator <i>mechanic</i> yang kurang cepat dalam memperbaiki mesin	Operator <i>mechanic</i> sebaiknya dapat lebih fokus pada mesin yang sedang berhenti karena mesin rusak
3	<i>Machine</i>	Banyak kasus <i>breakdown</i>	Umur mesin yang sudah cukup tua	Lebih baik mengganti beberapa mesin utama dengan mesin baru atau menggunakan jasa penyewaan mesin <i>carding</i> . Dengan jasa penyewaan mesin tersebut, maka perusahaan tidak lagi memikirkan keadaan mesin yang tua karena pastinya mesin akan dikondisikan seperti pada keadaan baru
		<i>Sparepart</i> yang mudah rusak	Besarnya frekuensi penggunaan mesin	Menjalin hubungan yang lebih baik kepada supplier sehingga supplier akan mencoba untuk meningkatkan kualitas <i>sparepartnya</i>
4	<i>Environment</i>	Peletakan Drum atau Silinder yang kurang baik	<i>Space</i> yang minim	melakukan <i>redesign layout</i> pada keseluruhan mesin dengan memperhatikan aspek peletakan silinder, sehingga diharapkan akses jalan menjadi lebih baik dengan penyusunan letak mesin yang tepat

Lampiran (B) Faktor Penyebab Masalah Mesin *Carding* dan Solusinya (Lanjutan)

5	<i>Material</i>	Kondisi materai kapas yang mudah terurai	Partikel kapas yang kecil dan berbentuk serat sehingga mudah beterbangan dan mengganggu produktivitas mesin	Melakukan prinsip <i>ringkas</i> dengan selalu memposisikan keadaan mesin seperti pada keadaan semula. Misalnya adalah menutup pintu mesin <i>carding</i> dengan rapat setelah dilakukan inspeksi mesin sehingga dapat meminimalisasi partikel kapas yang masuk pada mesin
		Material yang mudah putus	Mesin bergerak cepat saat proses berlangsung	Melakukan peningkatan manajemen <i>Quality Control</i> dalam pemilihan material yang baik.



Lampiran (C) Diagram Sebab Akibat Masalah Produktivitas Mesin *Carding*