

**ANALISIS PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM)
DENGAN PERHITUNGAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*
(OEE) DAN *SIX BIG LOSSES* MESIN CAVITEC PT. ESSENTRA
SURABAYA**

(STUDI KASUS PT. ESSENTRA)

Nadia Cynthia Dewi

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang

Abstrak

Pemeliharaan dan penanganan mesin yang tidak tepat dapat menyebabkan menurunnya tingkat produktivitas dan efisiensi mesin. PT. Essentra merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan *cigarette filters*. Mesin yang beroperasi secara terus menerus dituntut dapat memenuhi target yang telah ditetapkan dengan tingkat efektivitas yang tinggi. Permasalahan yang terdapat pada PT. Essentra terdapat pada banyaknya *breakdown* yang terjadi pada mesin *Cavitec VD-02* serta kurang maksimalnya jumlah produksi yang menyebabkan kurangnya nilai indeks efektivitas total mesin secara keseluruhan (OEE) pada mesin *Cavitec VD-02*. Untuk dapat meningkatkan produktivitas maka dilakukan pengukuran *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE adalah metode sistematis untuk melakukan pengukuran tingkat efektivitas proses suatu mesin atau peralatan. Secara umum, besar kecilnya nilai OEE dipengaruhi oleh faktor dominan yang menyebabkan rendahnya performansi suatu mesin atau peralatan yang biasa disebut dengan *Six Big Losses*. Setelah itu mendapatkan penyebab permasalahan yang terjadi dengan menggunakan *fishbone diagram*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai OEE pada mesin *Cavitec VD-02* sebesar 44,327957 %, nilai efektivitas ini tergolong sangat rendah karena standar nilai OEE untuk perusahaan kelas dunia idealnya adalah 85%. Faktor terbesar yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE adalah *performance rate* dengan faktor presentase *six big losses* pada *Idling and Minor Stoppages Loss* sebesar 41,0778139 % dari seluruh *time loss*. Hal yang dilakukan untuk mengantisipasi rendahnya nilai OEE pada mesin *Cavitec VD-02* yaitu dengan diadakannya *autonomous maintenance* yang diberikan kepada setiap operator, melakukan *Preventive Maintenance* secara berkala untuk menjaga performansi mesin. Melakukan *training* bagi operator dan teknisi *maintenance* serta melakukan pengawasan terhadap operator tentang kebersihan tempat kerja.

Kata Kunci : *Cigarette Filters, Breakdown, Mesin Cavitec VD-02, Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Fishbone Diagram, Performance Rate, Idling and Minor Stoppages Loss, Autonomous Maintenance, Preventive Maintenance.*

Abstract

Maintenance and handling machines that are inappropriately can lead to decreased levels of productivity and efficiency of the machine. PT. Essentra is a company engaged in the manufacture of cigarette filters. The machine operates continuously demanded can meet the targets that have been set with a high level of effectiveness. The problems found in the PT. Essentra found on many a breakdown occurred in the engine as well as Cavitec VD-02 maximum number of less production which led to the lack of effectiveness of the total index value of the overall machine (OEE) on machine Cavitec VD-02. To be able to increase productivity then made measurements of the Total Productive Maintenance (TPM) and calculation of the Overall Equipment Effectiveness (OEE). The OEE is a systematic method to perform measurements of the effectiveness of the process of a machine or equipment. In General, the small value of OEE is influenced by the dominant factor that causes low performance.

Keywords : *Cigarette Filters, Breakdown, Mesin Cavitec VD-02, Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Fishbone Diagram, Performance Rate, Idling and Minor Stoppages Loss, Autonomous Maintenance, Preventive Maintenance.*

Pendahuluan

Salah satu faktor penunjang keberhasilan suatu industri manufaktur ditentukan oleh kelancaran proses produksi. Sehingga bila proses produksi lancar, penggunaan mesin dan peralatan produksi yang efektif akan menghasilkan produk berkualitas, waktu penyelesaian pembuatan yang tepat dan ongkos produksi yang murah. Proses tersebut tergantung dari kondisi sumber daya yang dimiliki seperti manusia, mesin ataupun sarana penunjang lainnya, dimana kondisi yang dimaksud adalah kondisi siap pakai untuk menjalankan operasi produksinya, baik ketelitian, kemampuan ataupun kapasitasnya.

Kondisi siap pakai dari mesin dan peralatan, dapat dijaga dan ditingkatkan kemampuannya dengan menerapkan program perawatan yang terencana, teratur dan terkontrol, begitupun kemampuan sumber daya manusianya perlu penyesuaian demi tercapainya tujuan yang diharapkan. Dengan dilakukannya pemeliharaan, maka akan meningkatkan produktivitas dan efisiensi mesin/ peralatan, sehingga kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dapat dihindarkan.

Pemeliharaan dan penanganan mesin/peralatan yang tidak tepat tidak saja dapat menyebabkan masalah kerusakan mesin/peralatan saja, tetapi juga dapat berakibat

pada timbulnya kerugian-kerugian lain seperti waktu *set-up* dan *adjustment* (penyesuaian) yang lama, menurunnya kecepatan produksi mesin, mesin menghasilkan produk cacat atau produk yang harus dikerjakan ulang. Hal ini tentunya merugikan pihak perusahaan karena dapat menurunkan tingkat produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan yang akan mengakibatkan biaya yang harus dikeluarkan cukup besar.

PT Essentra mengoperasikan 64 mesin pembuat filter yang secara umum dibagi menjadi mesin jenis mono dan dual (*combiner*). Mesin yang biasa mengalami *downtime* yang besar dan *breakdown* paling banyak terjadi pada mesin dual (*combiner*) yaitu pada mesin *Cavitec VD-02* dengan tingkat yang paling sering mengalami *breakdown* sebesar 20% dibanding mesin lainnya. Mesin *Cavitec VD-02* ini mengkombinasikan *base rod* dengan segmen butiran karbon. Untuk produk yang dihasilkan dari mesin ini dinamakan *cavity product*, ordernya dari konsumen tergolong selalu banyak dan bervariasi. Sehingga, apabila terjadi kerusakan maka akan menyebabkan produksi tidak bisa berjalan. Oleh karena itu dibutuhkan pengukuran produktivitas mesin, dengan menggunakan pendekatan multidisipliner yang melibatkan semua usaha, kecakapan, keahlian,

modal, teknologi, manajemen, informasi, dan sumber-sumber daya lain secara terpadu. Sampai saat ini, perusahaan ini terus melakukan dan menerapkan inovasi-inovasi baru dalam sistem produksi yang salah satu contohnya yaitu sistem TPM (*Total Productive Maintenance*).

Total Productive Maintenance (TPM). Menurut Corder, (1996) TPM tidak hanya terfokus bagaimana mengoptimalkan produktivitas dari peralatan atau material pendukung kegiatan kerja, tetapi juga memperhatikan bagaimana meningkatkan produktivitas dari para pekerja atau operator yang nantinya akan memegang kendali pada peralatan dan material tersebut. OEE didefinisikan sebagai metrik atau ukuran untuk mengevaluasi efektivitas peralatan yang berupaya untuk mengidentifikasi kehilangan produksi dan kehilangan biaya lain yang tidak langsung dan tersembunyi dan memiliki kontribusi besar terhadap biaya total produksi. Kehilangan/kerugian ini dirumuskan sebagai fungsi dari sejumlah komponen eksklusif yang berhubungan, yakni: Ketersediaan (*Availability - A*), Kinerja (*Performance - P*) dan Kualitas (*Quality - Q*). (Sukwadi,2007)

Maksimasi *equipment effectiveness* oleh TPM di indikasikan oleh 2 aktivitas. Aktivitas pertama yaitu *quantitative* dengan cara meningkatkan kemampuan total dan produktivitas dari segi jumlah waktu operasi. Aktivitas lain yaitu *qualitative* dengan cara meminimasi jumlah produk cacat dan meningkatkan kualitas produk. Adapun nilai keefektifan mesin secara keseluruhan diinterpretasikan dengan indeks *OEE (Overall Equipment Effectiveness)* yang mendeskripsikan persentase penggunaan mesin secara *real* terhadap ketersediaannya dan telah memperhatikan jumlah produk yang dihasilkan serta cacat produk yang terjadi.

Masalah produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan yang dialami PT. Essentra Surabaya disebabkan oleh faktor-faktor seperti banyaknya *breakdown*, kurang maksimalnya jumlah produksi, dan lain-lain sehingga nilai keefektifan total mesin ini tidak menunjukkan indikasi mesin berkapasitas tinggi yang baik,

Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan langkah-langkah yang tepat dalam pemeliharaan mesin/peralatan, salah satunya dengan melakukan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM).

Total Productive Maintenance bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan manufaktur secara menyeluruh, dimana *overall equipment effectiveness* (OEE) sebagai metode yang digunakan untuk mengukur dan mengetahui kinerja mesin/peralatan.

Banyaknya *breakdown* yang terjadi pada mesin *Cavitec VD-02* serta kurang maksimalnya jumlah produksi yang menyebabkan kurangnya nilai indeks efektivitas total mesin secara keseluruhan (OEE) pada mesin *Cavitec VD-02*. Oleh karena itu akan dilakukan pengamatan dan analisis lebih jauh untuk mengetahui prioritas evaluasi penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan menggunakan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai indikator serta mencari penyebab ketidakefektifan dari mesin tersebut dengan melakukan perhitungan *Six Big Losses* untuk mengetahui faktor yang berpengaruh dari keenam faktor *Six Big Losses* yang ada.

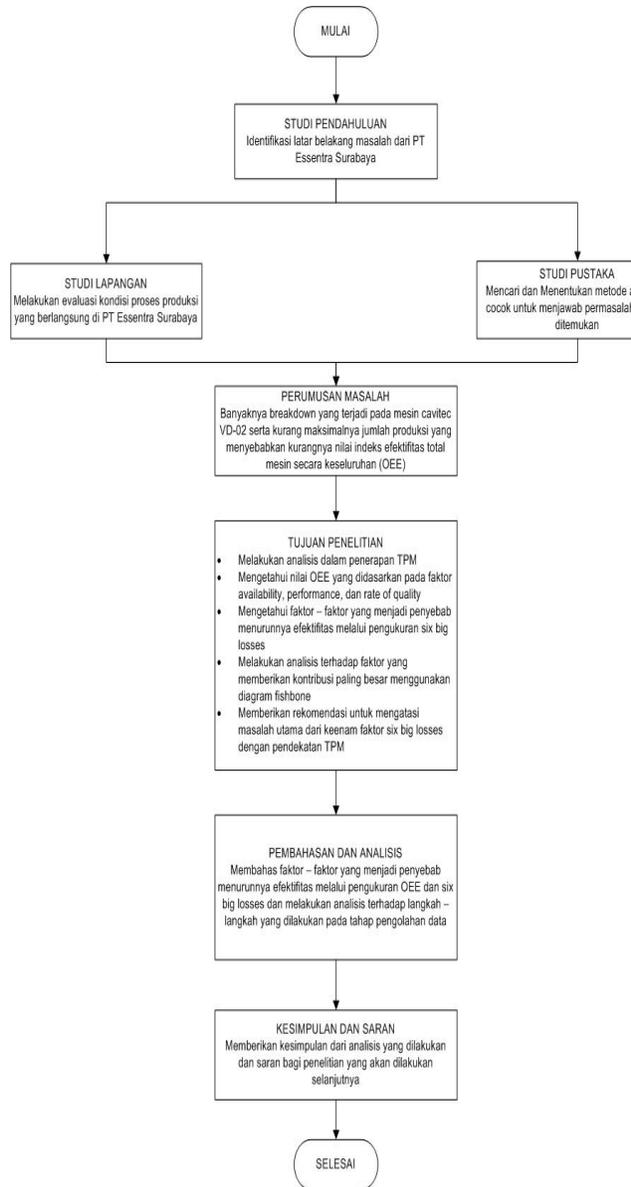
Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah melakukan analisis dalam penerapan TPM di PT. Essentra Surabaya, mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin, yang didasarkan pada faktor *availability*, *performance* dan *rate of quality*. Mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab menurunnya efektivitas melalui pengukuran *six big losses* dan mengidentifikasi faktor-faktor dominan dari enam faktor *six big losses*, melakukan analisis terhadap faktor yang memberikan kontribusi paling besar menggunakan diagram *fishbone*. Dan Memberikan rekomendasi untuk mengatasi permasalahan utama dari keenam faktor *six big losses* dengan pendekatan *Total Productive Maintenance*.

Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini menjelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini di PT Essentra Surabaya, dimulai dengan studi pendahuluan yang terdiri dari studi lapangan dan

studi pustaka, menemukan masalah serta menentukan tujuan hingga diperoleh hasil akhir yaitu usulan guna meminimalisasi *Six Big Losses* yang paling berpengaruh terhadap nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin *Cavitec VD-02*.

Diagram alir dari metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini tampak seperti pada Gambar 1 dibawah ini:



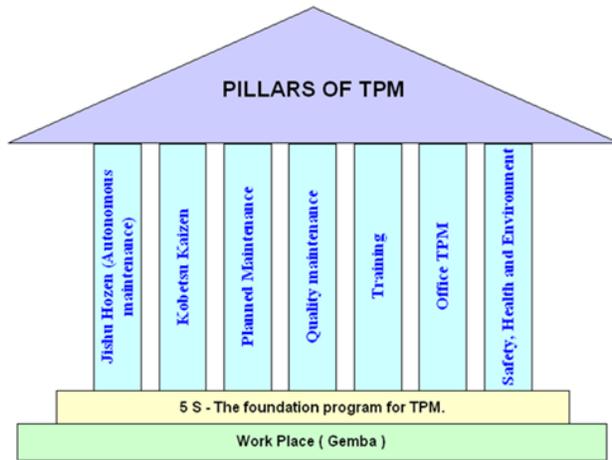
Gambar 1 Metode Penelitian

Pilar TPM

TPM mencakup delapan bagian yang dikenal dengan delapan pilar TPM yang terdiri dari :

1. **Focussed improvement (Kobetsu Kaizen):** melakukan perbaikan yang berkelanjutan walau sekecil apapun perbaikan tersebut.
2. **Planned Maintenance:** fokus meningkatkan *availability* dari mesin dan peralatan dan mengurangi kerusakan mesin.
3. **Edukasi dan Pelatihan:** membentuk formasi karyawan yang memiliki skill dan menguasai teknik untuk melakukan *autonomous maintenance*.
4. **Autonomous Maintenance (Jishu Hozen):** artinya adalah melakukan perawatan terhadap mesin yang dipakai. Terdapat tujuh langkah dan aktifitas yang dilakukan pada Jishu Hozen.
5. **Quality Maintenance (Hinshitsu Hozen):** *quality maintenance* adalah pengaturan mesin yang memperkecil kemungkinan terjadi cacat berulang kali. Hal ini dilakukan untuk memastikan tercapainya target *zero defect*.
6. **Office TPM:** bagaimana membuat aktifitas kantor yang efisien dan menghilangkan kerugian yang mungkin terjadi.
7. **Safety, Hygiene & Environment (SHE):** adalah aktifitas untuk menciptakan area kerja yang aman dan sehat, dimana sangat kecil kemungkinan terjadi kecelakaan. Temukan dan perbaiki area rawan kecelakaan untuk memastikan keselamatan sekaligus memelihara kesehatan lingkungan.
8. **Tools Management:** untuk meningkatkan ketersediaan *equipment* dengan mengurangi *tools resetting time* (waktu pengaturan ulang alat-alat) untuk mengurangi biaya pemeliharaan peralatan dan memperpanjang usia pakai peralatan.

Tinjauan Pustaka



Gambar 2 Delapan Pilar Total Productive Maintenance (TPM)
(Priyanta, 2008)

Six Big Losses

Proses produksi tentunya mempunyai *losses* yang mempengaruhi keberhasilannya, *losses* tersebut oleh Nakajima di kelompokkan menjadi 6 besar yaitu:

1. *Equipment Failure losses* : *Equipment Failure* adalah *losses* yang terbesar dalam *six big losses*, yaitu adalah adalah peralatan yang berhenti tiba-tiba tanpa direncanakan. Rumus perhitungan *Equipment Failure Loss* seperti dibawah ini:

$$= \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots(1)$$

2. *Setup and Adjustment Losses* : *losses* ini terjadi ketika produksi dari suatu produk berhenti untuk berganti dengan produk lain atau pengaturan dari peralatan untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan yang diharapkan. Rumus perhitungan *Setup/adjustment Loss* seperti dibawah ini:

$$= \frac{\text{Total Setup / adjustment time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots(2)$$

3. *Idling and Minor Stoppages losses* : kerugian yang disebabkan oleh berhentinya peralatan karena ada permasalahan sementara. Misalnya berhentinya produksi karena adanya benda kerja yang terjepit sesuatu,

berhentinya peralatan karena sensor yang mendeteksi sesuatu yang menyebabkan berhenti sebentar. Rumus perhitungan *Idling and Minor Stoppages* seperti dibawah ini:

$$= \frac{\text{Nonproductive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots(3)$$

4. *Reduce Speed losses* : yaitu pengurangan kecepatan produksi dari kecepatan desain peralatan tersebut, misalnya karena *performance* peralatan yang berkurang, *operator skill* yang tidak mencukupi dan lain-lain. Rumus perhitungan *Reduced speed loss* seperti dibawah ini:

$$\frac{\text{Actual Production Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Jumlah Produksi})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots(4)$$

5. *Yield / Scrap Losses* : yaitu mesin atau peralatan yang membutuhkan waktu pemanasan untuk sampai kemampuan yang optimum. Misalnya mesin pemanas membutuhkan waktu beberapa saat untuk dapat digunakan setelah terjadi *shut down*. Rumus perhitungan *Yield/scrap loss* seperti dibawah ini:

$$= \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots(5)$$

6. *Rework Loss / Production Reject* : kehilangan karena adanya kualitas yang tidak memenuhi standart atau tidak dapat dimanfaatkan. Rumus perhitungan *Rework loss* seperti dibawah ini:

$$= \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots(6)$$

(Hasriyono, 2009)

Dari *six big losses* di atas dapat dikelompokkan dalam tiga kategori besar yaitu :

1. *Downtime Losses* meliputi *Equipment Failure* dan *Setup & Adjustment*.
2. *Speed losses* meliputi *Idling and Minor Stoppages* dan *Reduce Speed*.
3. *Quality Losses* meliputi *Yield / Scrap* dan *Rework / Production Reject*.

OEE

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.

Setiap perusahaan menginginkan peralatan dapat bekerja maksimal, tidak ada waktu yang terbuang, tetapi kenyataannya hal tersebut tidaklah mudah. Untuk itu maka pengukuran terhadap *Overall Equipment Effectiveness* sangatlah diperlukan, batasan penentuan nilai-nilai OEE yang ideal menurut Nakajima (1989) yang diikuti oleh Patri Jonsson (1999) adalah sebaiknya sebagai berikut :

Tabel 1 Nilai Ideal Perhitungan OEE

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

(Seiichi Nakajima, 1989)

Nilai tersebut merupakan nilai ideal untuk industri manufaktur, sedangkan berdasarkan penelitian Sermin dan Birol Elevli (2012) menghasilkan OEE referensi untuk alat berat jenis *excavator* yang bekerja di tambang yaitu 77%

Tujuan dari OEE adalah sebagai alat ukur performa dari suatu sistem *maintenance*, dengan menggunakan metode ini maka dapat diketahui ketersediaan mesin/peralatan, efisiensi produksi, dan kualitas output mesin/peralatan. Untuk itu hubungan antara ketiga elemen produktifitas tersebut dapat dilihat pada rumus dibawah ini.

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \dots (7)$$

Dimana :

A= *Availability* (waktu ketersediaan mesin/peralatan).

P = *Performance effectiveness*.

Q = *Quality*

1. *Availability*

Ketersediaan mesin/peralatan merupakan perbandingan antara waktu operasi (*operation time*) terhadap waktu persiapan (*loading time*) dari suatu mesin/peralatan. Maka *availability* dapat dihitung sebagai berikut.

$$\frac{Available\ Time - Down\ Time}{Available\ Time} \times 100\% \dots (8)$$

2. *Performance Efficiency*

Performance efficiency adalah tolak ukur dari efisiensi suatu kinerja mesin menjalankan proses produksi. *Performance efficiency* merupakan hasil perkalian dari *operating speed rate* dengan *net operating speed*.

Net operating speed berguna untuk menghitung menurunnya kecepatan produksi. Tiga faktor yang penting untuk menghitung *performance efficiency* adalah :

a) *Ideal cycle time* (waktu siklus ideal/waktu standar).

b) *Processed amount* (Jumlah produk yang diproses).

c) *Operation time* (waktu proses mesin).

Maka *performance efficiency* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\frac{Operating\ Speed\ Rate}{Net\ Operating\ Rate} \times 100\% \dots (9)$$

3. *Quality efficiency*

Quality efficiency adalah perbandingan jumlah produk yang baik terhadap jumlah produk yang diproses. Jadi *quality efficiency* merupakan hasil perhitungan dengan faktor berikut :

a) *Processed amount*.

b) *Defect amount*.

$$\frac{A.Producted - A.defect - A.reprocessed}{Operation\ Time - Performance\ Losses} \times 100 \dots (10)$$

(Hasriyono, 2009)

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan 2 cara: survei langsung ke lapangan dan merekap data laporan harian mesin *Cavitec VD-02* PT. Essentra Surabaya selama 6 bulan terakhir. Data yang diperlukan untuk menghitung nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yaitu data *breakdown* mesin, *stand by mesin*, dan *maintenance* terencana untuk mesin ini. Adapun data didapat dari laporan harian mulai dari bulan Agustus 2013 sampai Januari 2014.

Informasi didapat dari rekap data harian PT Essentra Surabaya yaitu waktu gangguan mesin termasuk durasinya, jenis gangguan mesin, dan penyebab kerusakan setiap harinya.

Breakdown time merupakan waktu gangguan pada mesin sehingga mesin harus diperbaiki langsung walaupun mesin sedang beroperasi. Untuk mempermudah dalam melakukan perhitungan, berikut ini merupakan rekapitulasi total waktu *breakdown* mesin *Cavitec VD-02*:

Tabel 2 Rekapitulasi Breakdown Time Mesin Cavitec VD-02

Bulan	Total Waktu Breakdown (Jam)
Agustus 2013	26,81
September 2013	44,1
Oktober 2013	96,46
November 2013	114,4
Desember 2013	172,83
Januari 2014	169

Istilah dari PT Essentra Surabaya untuk *maintenance* berkala ini yaitu *Preventive Maintenance* (PM). Berikut ini adalah rekapitulasi data waktu *planned maintenance cycle* mesin *Cavitec VD-02*.

Tabel 3 Rekapitulasi Waktu PMC Mesin Cavitec VD-02 Bulan Agustus 2013 – Januari 2014

Bulan	Total Waktu Preventive Maintenance Cycle (Jam)
Agustus 2013	7,58
September 2013	0,00
Oktober 2013	8,1
November 2013	0,00
Desember 2013	0,00
Januari 2014	0,00

Berikut ini adalah rekapitulasi data waktu *setup* mesin *Cavitec VD-02* pada bulan Agustus 2013 s/d Januari 2014. Informasi yang bisa didapat dari rekap data harian PT Essentra Surabaya yaitu waktu mulai set up mesin, waktu selesai set up mesin termasuk durasinya, serta deskripsi singkat untuk setiap harinya.

Tabel 4 Rekapitulasi Waktu Setup Mesin Cavitec VD-02 Bulan Agustus 2013 s/d Januari 2014

Bulan	durasi total (menit)	durasi total (jam)
Aug-13	1236	20,6
Sep-13	1004	16,73333333
Oct-13	5600	93,33333333
Nov-13	3748	62,46666667
Dec-13	296	4,933333333
Jan-14	7505	125,0833333

Rekapitulasi produksi aktual ini adalah jumlah produksi mesin *Cavitec VD-02* setiap bulannya mulai dari Agustus 2013 sampai Januari 2014. Berikut adalah data produksi aktual tersebut.

Tabel 5 Rekapitulasi Produksi Aktual Mesin Cavitec VD-02

Bulan	Produksi (Rods)	Total Rework (Rods)	Actual Production Time (Jam)
Ags 13	9980100	17060	401,4166667
Sept13	8099400	19840	470,0166667
Okt 13	9631575	27036	596,95
Nov 13	3933891	31686	401,5666667
Des 13	8299280	64698	532,55
Jan14	14159800	93830	421,2333333

1. Perhitungan Availability

Untuk menghitung nilai availability bulan Agustus 2013 adalah sebagai berikut:

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

$$= \frac{709,61}{736,42} \times 100\% = 96,35 \%$$

Dengan cara perhitungan yang sama seperti diatas, didapatkan nilai *availability* mesin Cavitec VD-02 selama periode Agustus 2013 s/d Januari 2014 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6 Availability Mesin Cavitec VD-02 Bulan Agustus 2013 – Januari 2014

Bulan	Loading Time (Jam)	Operation Time (Jam)	Availability (%)
Aug-13	736,42	709,61	96,3594145
Sep-13	720	675,9	93,875
Oct-13	735,9	639,44	86,8922408
Nov-13	720	605,6	84,1111111
Dec-13	744	571,17	76,7701613
Jan-14	744	575	77,2849462

2. Perhitungan Performance Efficiency

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan nilai performa mesin berdasarkan *output* mesin dalam waktu aktual terhadap waktu operasi serta memperhatikan waktu siklus ideal untuk memproduksi filter dalam satuan jam/rods. Berikut adalah perhitungan *ideal cycle time*:

$$= \frac{1 \text{ jam}}{42650 \text{ rods}} = 0,00002345 \text{ jam / rods}$$

Nilai *Performance Efficiency* mesin Cavitec VD-02 untuk bulan Agustus 2013 adalah sebagai berikut :

$$\frac{\text{processed amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\%$$

$$= \frac{9980100 \times 0,00002345}{709,61} \times 100\% = 32,97\%$$

Dengan cara perhitungan yang sama seperti diatas, didapatkan nilai *Performance Efficiency* mesin Cavitec VD-02 selama periode Agustus 2013 s/d Januari 2014 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7 Performance Efficiency Mesin Cavitec VD-02 Bulan Agustus 2013 – Januari 2014

Bulan	Jumlah Produksi (Rods)	Operation Time (Jam)	Performance Efficiency (%)
Aug-13	9980100	709,61	32,97586
Sep-13	8099400	675,9	28,0964445
Oct-13	9631575	639,44	35,3165666
Nov-13	3933891	605,6	15,2306143
Dec-13	8299280	571,17	34,0687338
Jan-14	14159800	575	57,7391304

3. Perhitungan Rate of Quality Product

Perhitungan ini mengacu pada selisih jumlah produk dengan produk cacat terhadap jumlah

produk. Nilai *Rate of Quality Product* mesin *Cavitec VD-02* untuk bulan Agustus 2013 adalah sebagai berikut :

$$\frac{\text{amount produced} - \text{amount defects}}{\text{amount produced}} \times 100\%$$

$$= \frac{9980100 - 17060}{9980100 \text{ rods}} \times 100\% = 99,82 \%$$

Dengan cara perhitungan yang sama seperti diatas, didapatkan nilai *Rate of Quality Product* mesin *Cavitec VD-02* selama periode Agustus 2013 s/d Januari 2014 seperti dibawah ini :

Tabel 8 Rate of Quality Mesin Cavitec VD-02 Bulan Agustus 2012 – Januari 2014

Bulan	Jumlah Produksi (Rods)	Total Defect (Rods)	Rate of Quality Product (%)
Aug-13	9980100	17060	99,8290598
Sep-13	8099400	198440	97,549942
Oct-13	9631575	27036	99,7192982
Nov-13	3933891	31686	99,1945379
Dec-13	8299280	64698	99,2204384
Jan-14	14159800	93830	99,3373494

4. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Nilai OEE ini akan mendeskripsikan keefektifan total dari mesin *Cavitec VD-02* selama periode Agustus 2013 s/d Januari 2014 menggunakan data-data nilai *availability*, *performance efficiency* dan *rate of quality product* sebelumnya. Sehingga nilai OEE untuk bulan Agustus 2013 adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Rate of Quality}$$

$$= 96,36 \% \times 32,98 \% \times 99,83 \%$$

$$= 31,72 \%$$

Dengan cara perhitungan yang sama seperti diatas, didapatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* mesin *Cavitec VD-02* selama periode Agustus 2013 s/d Januari 2014 seperti dibawah ini :

Tabel 9 Nilai OEE Mesin Cavitec VD-02 Bulan Agustus 2013 – Januari 2014

Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality Product (%)	OEE (%)
96,36%	32,98%	99,83%	31,7210288
93,88%	28,10%	97,55%	25,7293213
86,89%	35,32%	99,72%	30,6012161
84,11%	15,23%	99,19%	12,7074541
76,77%	34,07%	99,22%	25,9507305
77,28%	57,74%	99,34%	44,327957

Perhitungan *Six Big Losses* dilakukan untuk melihat pengaruh faktor *six big losses* dalam efektivitas mesin, berikut rekap data persentase *loss* beserta dengan perhitungan *time loss* untuk masing-masing factor:

Tabel 10 Rekap Six Big Losses Mesin Cavitec VD-02 Bulan Agustus 2013 – Januari 2014

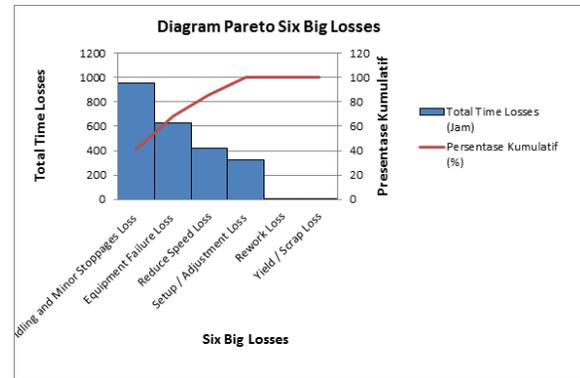
Bulan	Loadin g Time (Jam)	Equipmen t Failure Loss (%)	Equipmen t Failure Loss (Jam)	Setup / Adjustme nt Loss (%)	Setup / Adjustme nt Loss (Jam)	Idling and Minor Stoppages (%)	Idling and Minor Stoppages (Jam)	Reduce Speed Loss (%)	Reduce Speed Loss (Jam)	Rework Loss (%)	Rework Loss (Jam)	Yield / Scrap Loss (%)	Yield / Scrap Loss (Jam)
Agustus 2013	736,42	3,6405855 4	26,81	2,7973167 49	20,6	41,850212 3	308,19333 3	22,733856 6	18,58333	0,0543168 3	0,0431 66	5,825 48002	0,0004 02
Septembe 2013	720	6,125	44,1	2,3240740 74	16,733333	28,594907 4	205,88333 3	38,904555 3	77,81667	0,6462159 7	0,0036 28	9,009 53497	0,0002 6
Oktober 2013	735,9	13,107759 2	96,46	12,682882 64	93,333333	5,7738823 2	42,49	50,431002 4	19,05	0,0861399 5	0,0272 19	10,14 51322	0,0002 31
Novembe 2013	720	15,888888 9	114,4	8,6759259 26	62,466667	28,337963	204,03333 3	42,962509 2	54,43333	0,1031848 4	0,0227 23	5,865 66041	0,0004
Desember 2013	744	23,229838 7	172,83	0,6630824 37	4,9333333	5,1908602 2	38,62	45,424679 2	39,45	0,2038913 9	0,0115	10,62 90023	0,0002 21
Januari 2014	744	22,715053 8	169	16,812275 98	125,08333	20,667562 7	153,76666 7	11,993727 6	210,7667	0,2956989 2	0,0079 29	9,754 76181	0,0002 4
	Total		623,6		323,15		952,9866		420,1		0,1161 66		0,0017 55

Dari rekap data diatas, terlihat bahwa yang memiliki *time loss* terbesar adalah *Idling and Minor Stoppages Loss* yaitu sebesar 952,9866 jam. Berikut ini urutan persentase faktor *six big losses* mesin *Cavitec VD-02* dari tertinggi sampai terendah seperti ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11 Persentase Faktor Six Big Losses mesin Cavitec VD-02

<i>Six Big Losses</i>	Total Time Losses (Jam)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
<i>Idling and Minor Stoppages Loss</i>	952,9866	41,0778139	41,0778139
<i>Equipment Failure Loss</i>	623,6	26,8798373	67,9576511
<i>Reduce Speed Loss</i>	420,1	18,1081136	86,0657647
<i>Setup / Adjustment Loss</i>	323,15	13,9291524	99,9949171
<i>Rework Loss</i>	0,116166	0,00500725	99,9999244
<i>Yield / Scrap Loss</i>	0,001755	0,00075648	100
Total	2319,95452	100	

Dari pengurutan faktor *six big losses* diatas dapat digambarkan diagram pareto yang memperlihatkan dengan jelas pengaruh *six big losses* tersebut terhadap efektivitas mesin *Cavitec VD-02*. Berikut diagram paretonya :

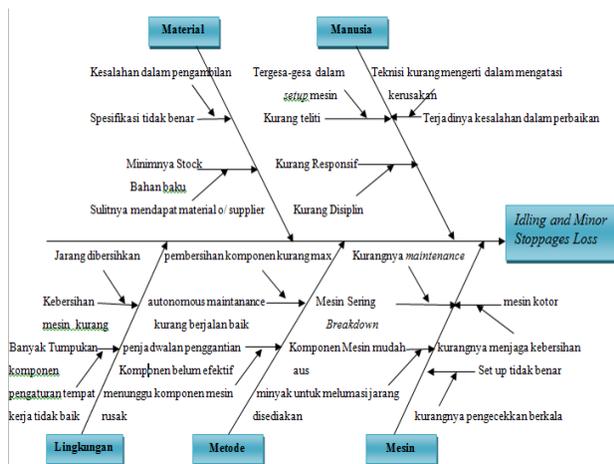


Gambar 3 Diagram Pareto Six Big Losses Periode Agustus 2013 – Januari 2014

➤ **Analisis Diagram Sebab Akibat (Fishbone)**

Agar perbaikan dapat segera dilakukan, maka analisa terhadap penyebab faktor-faktor *six big losses* yang mengakibatkan rendahnya efektivitas mesin dalam perhitungan OEE dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat. Analisa dilakukan akan lebih efisien jika hanya diterapkan pada faktor-faktor *six big losses* yang dominan seperti pada diagram pareto yang dibuat. Faktor yang dominan berpengaruh terhadap besarnya produktivitas dan efisiensi mesin adalah *Idling and Minor Stoppages Loss* berdasarkan diagram pareto yang telah dibuat.

Rendahnya produktivitas mesin yang diakibatkan kurangnya waktu operasi mesin akibat *breakdown* mesin menyebabkan *output* mesin berkurang sehingga mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk. Berikut ini diagram sebab akibat (*fishbone*) untuk faktor *Idling and Minor Stoppages Loss* pada mesin *Cavitec VD-02* :



Gambar 4 Diagram Sebab Akibat

Berikut ini penjelasan dari analisa sebab akibat berdasarkan diagram sebab akibat (fishbone) diatas :

1. Manusia/operator
 - a. Kurang responsif operator dalam merawat dan membersihkan mesin yang mengakibatkan mesin terganggu atau mesin berhenti secara tiba-tiba (*breakdown*).
 - b. Kurang teliti operator dalam mengawasi jalannya produksi serta tergesa-gesa dalam pengaturan (*setup*) mesin.
 - c. Terjadinya kesalahan dalam perbaikan mesin *Cavitec VD-02* dikarenakan teknisi kurang mengerti dalam mengatasi kerusakan pada setiap komponen.
2. Mesin/peralatan
 - a. Mesin sering mengalami *breakdown* dikarenakan kurangnya perawatan (*maintenance*) yang dilakukan, hal tersebut bisa dilihat pada data *Planned Maintenance Cycle* yaitu tidak dilakukan setiap bulan, hanya 2 bulan sekali. Dan disesuaikan dengan order dari customer, jika target pengiriman yang ditentukan masih lama maka dapat dilakukan perawatan. Begitu juga sebaliknya, jika target pengiriman dekat dan jumlah pesanan masih jauh dari target maka tidak dapat dilakukan *maintenance* pada mesin *Cavitec VD-02*.
 - b. Mesin mengalami *breakdown* karena mesin seringkali tetap dioperasikan meskipun operator mengetahui bahwa mesin telah mengalami kerusakan, tetapi bagi

operator selagi mesin tersebut tidak membahayakan operator maka mesin masih baik untuk dijalankan.

c. Ada beberapa komponen dari mesin *Cavitec VD-02* yang mudah aus sehingga pada periode-periode tertentu akan terjadi penurunan performansi dari mesin *Cavitec VD-02* tersebut.

d. Kurangnya kebersihan pada mesin dapat menyebabkan performa mesin yang kurang baik, cepat aus, dan terganggunya stabilitas mesin.

e. Set up yang dilakukan pada mesin tidak benar, hal ini dapat menyebabkan base rod yang diproses tidak mendapat hasil yang baik.

3. Lingkungan
 - a. Kebersihan pada mesin kurang terlihat pada komponen short and long folder misalnya, terlihat sisa-sisa semen yang masih menempel pada komponen mesin tersebut. Komponen ini mengalami pembersihan selama 1 jam sekali untuk menghindari *breakdown* pada mesin. Pada PT. Essentra Surabaya sudah menerapkan system *Daily maintenance* yaitu perawatan mesin pada setiap harinya, *daily maintenance* dilakukan pada komponen tertentu yang mudah dijangkau oleh operator.
 - b. Banyaknya tumpukan komponen-komponen sisa *autonomous maintenance* disekitar mesin *Cavitec VD-02* mengakibatkan tidak efisiennya kerja operator karena pengaturan tempat yang tidak baik.
4. Metode
 - a. *Autonomous* yang dilakukan seringkali tidak sesuai prosedur, alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan *autonomous* tidak disediakan oleh engineer, misalnya tidak ada persediaan greese dan vacuum untuk pembersihan komponen mesin.
 - b. Penjadwalan penggantian komponen belum efektif, biasanya penggantian komponen mesin dilakukan ketika pada saat komponen mesin rusak saja.
5. Material
 - a. Spesifikasi mesin tidak benar untuk menjaga performansi mesin dan tidak membuang-buang raw material, dalam hal ini yaitu *Base Rod*. Karena saat *change order*,

penggantian material pada mesin *Cavitec VD-02* harus sesuai dengan spesifikasi produk yang diminta oleh *customer*.

b. Minimnya stock bahan baku, dimana bahan baku material dasar filter yaitu Tow. Bahan baku baru datang dari supplier setiap 3 bulan sekali, sehingga departemen PPIC harus memastikan material Tow cukup untuk memenuhi target produksi dan memastikan semua mesin beroperasi setiap hari sesuai jam kerja yang ditentukan.

➤ **Usulan Penyelesaian Masalah *Six Big Losses***

Prinsip TPM yang digunakan dalam usaha peningkatan produktivitas dan efisiensi pada mesin *Cavitec VD-02* di perusahaan adalah dengan melakukan perhitungan OEE untuk mengetahui faktor-faktor dalam *Six Big Losses* yang menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan dan evaluasi pada mesin dari hasil analisa diagram sebab akibat yang dilakukan dapat dilihat bahwa pada faktor *Idling and Minor Stoppages Loss* merupakan faktor yang dominan yang mengakibatkan rendahnya efektivitas mesin yang digunakan sehingga merupakan prioritas utama untuk dilakukan perbaikan sebagai langkah awal dalam usaha peningkatan produktivitas dan efisiensi mesin *Cavitec VD-02*. Kerugian pada *Idling and Minor Stoppages Loss* disebabkan oleh berhentinya peralatan karena ada permasalahan sementara. Misalnya berhentinya produksi karena adanya benda kerja yang terjepit sesuatu, berhentinya peralatan karena sensor yang mendeteksi sesuatu yang menyebabkan berhenti sebentar. *Idling and Minor Stoppages Loss* dapat juga disebabkan oleh kejadian yang menghalangi aliran produksi, *Miss-feeds*, terhalangnya sensor, pembersihan dan pengecekan. Kategori yang diakibatkan ketika timbul factor eksternal ini mengakibatkan mesin berhenti berulang-ulang atau beroperasi tanpa menghasilkan produk. Masalah-masalah ini sering diabaikan sebagai penghapusan produk yang tidak dikehendaki sesuai masalah yang dihadapi, sehingga *zero minor stoppages* menjadi tujuan utamanya.

Beberapa akar permasalahan dari faktor *Idling and Minor Stoppages Loss* yang dapat menurunkan efektivitas mesin *Cavitec VD-02* telah dijabarkan sebelumnya sangat perlu dilakukan perbaikan guna meningkatkan efektivitas dan produktivitas mesin *Cavitec VD-02*. Usulan perbaikan ini beberapa didasarkan pada penerapan delapan pilar *Total Productive Maintenance*. Berikut ini merupakan beberapa usulan perbaikan untuk permasalahan *Idling and Minor Stoppages Loss*:

Tabel 12 Usulan Penyelesaian Masalah *Idling and Minor Stoppages Loss*

Penyebab	Masalah	Usulan Perbaikan
Manusia	Kurang teliti	<ol style="list-style-type: none"> Melakukan pengecekan kesiapan mesin dengan teliti pada saat sebelum dan sesudah digunakan Melakukan briefing sebelum pergantian shift, dengan memberikan list order, list target, dan spesifikasi <i>rod</i> yang akan diproses kepada operator. Melakukan pelatihan kepada operator mengenai teknik perawatan dasar Memberikan pengarahan lebih sering kepada bagian operator mesin yang baru. Pihak manajemen melakukan evaluasi terhadap penerapan TPM, untuk mengetahui sejauh mana manfaat yang dapat diperoleh.
	Kurang responsif	<ol style="list-style-type: none"> Memberikan pengarahan, peringatan hingga pemberian sanksi kepada pekerja apabila melakukan kesalahan Melakukan pengawasan dan pengarahan kepada operator Memberikan insentif untuk mendorong kinerja operator
	Terjadi kesalahan	Memberikan teknisi yang ahli untuk mengerjakan perbaikan ataupun

	dalam perbaikan	perawatan berkala pada mesin.
Material	Spesifikasi material tidak benar	<ol style="list-style-type: none"> 1. penggantian material saat <i>change order</i> pada mesin <i>Cavitec VD-02</i> harus sesuai dengan spesifikasi produk yang diinginkan. 2. Memberi list spesifikasi material base rod yang lengkap untuk setiap service man 3. Melakukan pengecekan berkala saat <i>base rod</i> akan mulai diproses, untuk mengurangi kesalahan pengambilan <i>base rod</i> oleh operator.
	Minimnya stok bahan baku	Mengatur / menyusun penjadwalan bahan baku material Tow agar cukup untuk memenuhi target produksi dan memastikan semua mesin beroperasi setiap hari sesuai jam kerja yang ditentukan.
Metode	Autonomous Maintenance	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat daftar standar baku pelaksanaan pemeliharaan berkala 2. Menyiapkan checklist <i>autonomous maintenance</i> setiap kali dilakukan pergantian shift 3. Menyiapkan persediaan alat dan bahan untuk dilakukan <i>autonomous maintenance</i>, seperti <i>greese</i> 4. Penerapan <i>planned maintenance cycle</i> lebih ditingkatkan lagi agar menaikkan efisiensi mesin.
	Penjadwalan penggantian komponen belum efektif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan <i>predictive maintenance</i> pada mesin 2. Menentukan kebijakan <i>maintenance</i> yang tepat 3. Menentukan standar pelaksanaan kerja dengan ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien) bagi para karyawan.
	Mesin sering <i>breakdown</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan quality maintenance system seperti Melakukan

Mesin		<p>pengecekan mesin pada saat set up mesin dan setelah selesai digunakan per shift dan menetapkan kebijakan adanya jadwal perawatan preventif</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Sering disebabkan oleh tingkat kesulitan produk yang tinggi, oleh karena itu dibutuhkan operator yang lebih ahli untuk menangani hal tersebut. 3. Kesadaran operator untuk melakukan perawatan mesin, ketika sudah terdeteksi terdapat kerusakan pada komponen mesin 4. Seringnya Melakukan pemeriksaan terhadap komponen-komponen yang rawan rusak pada <i>Cavitec VD-02</i> 5. Memberikan pengetahuan dasar pada operator untuk memperbaiki titik rawan <i>breakdown</i> 6. Melakukan penggantian onderdil mesin yang telah rusak dan part mesin.
	Komponen mesin mudah aus	Melakukan pengecekan mesin pada komponen mesin yang kritis dan dilakukan perbaikan komponen mesin yang mudah aus tersebut.
	Mesin Kotor	Melakukan pembersihan secara berkala di sekitar area kerja untuk menciptakan kondisi kerja yang nyaman dan meningkatkan produktivitas mesin, ketika tidak ada kotoran yang menghambat jalannya produksi mesin.
	Set up mesin tidak benar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengadakan training untuk operator dalam melakukan set up mesin, serta pengetahuan dasar dalam menggunakan mesin 2. Melakukan pengecekan berkala untuk

		memastikan setting mesin dilakukan dengan benar 3. Memberikan list target produksi dan spesifikasi yang diinginkan oleh divisi produksi untuk dikerjakan oleh operator.
Lingkungan	Kebersihan mesin kurang	1. Membersihkan mesin bagian luar 2. Membersihkan mesin dan area kerja sebelum atau sesudah proses operasi.
	Banyak tumpukan komponen - komponen bekas	1. Menempatkan dan memposisikan komponen-komponen bekas yang sudah tak terpakai 2. Menerapkan 5S (<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu dan Shitsuke</i>) dalam penataan area tempat kerja disekitar mesin <i>Cavitec VD-02</i> .

Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan yang dapat penulis paparkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

1. Penerapan *total productive maintenance* yang dilakukan PT. Essentra Surabaya belum dijalankan sepenuhnya. Hal ini terlihat dari nilai efisiensi mesin yang masih dibawah standar. *Planned maintenance* yang dilakukan 2 bulan sekali oleh PT. Essentra Surabaya juga belum terlihat maksimal bahkan dari data waktu *planned maintenance* dapat terlihat bahwa pada bulan Desember 2013 PT. Essentra Surabaya tidak melakukan *planned maintenance cycle* yang mengakibatkan efektivitas mesin menjadi rendah.
2. Berdasarkan hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *Cavitec VD-02* PT. Essentra Surabaya selama periode Agustus 2013-Januari 2014 diperoleh nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) berkisar antara 12,7074541% sampai 44,327957 %. Nilai efektivitas ini tergolong sangat rendah karena standar nilai OEE untuk perusahaan kelas dunia idealnya adalah 85% (Dal,2000). Rendahnya nilai OEE pada mesin *Cavitec*

VD-02 ini didasarkan oleh rendahnya nilai faktor *performance efficiency* hal ini terjadi karena kurangnya waktu operasi mesin akibat *breakdown* mesin menyebabkan *output* mesin berkurang, apalagi mesin *Cavitec VD-02* berkapasitas besar yang akan kehilangan banyak produk jika tidak beroperasi dalam beberapa waktu saja. Sedangkan untuk nilai faktor *availability* dan *rate of quality* secara keseluruhan dapat dikatakan sudah cukup baik.

3. Faktor-faktor yang menyebabkan menurunnya efektivitas melalui pengukuran *six big losses* secara garis besar terbagi menjadi tiga kategori besar, antara lain: 1.) *Downtime Losses* meliputi *Equipment Failure* dan *Setup & Adjustment*, 2.) *Speed losses* meliputi *Idling and Minor Stoppages* dan *Reduce Speed*, 3.) *Quality Losses* meliputi *Yield / Scrap* dan *Rework / Production Reject*. Faktor yang menyebabkan menurunnya efektivitas mesin paling dominan selama periode Agustus 2013-Januari 2014 adalah faktor *Idling and Minor Stoppages Loss*, sehingga merupakan prioritas utama untuk dilakukan perbaikan sebagai langkah awal dalam usaha peningkatan produktivitas dan efisiensi mesin *Cavitec VD-02*. Dengan total *time losses* 952,9866 jam atau 41,0778139 % dari keenam faktor *six big losses*.
4. Dari analisa diagram sebab akibat (*fishbone*) terhadap faktor *Idling and Minor Stoppages Loss* yang menjadi prioritas utama adalah : a) faktor manusia : kurang teliti, kurang responsif, dan melakukan kesalahan dalam perbaikan, b) faktor material : spesifikasi tidak benar dan minimnya stock bahan baku, c) faktor metode : *autonomous maintenance* kurang berjalan baik dan penjadwalan penggantian komponen belum efektif, d) faktor mesin : mesin sering *breakdown*, komponen mesin mudah aus, mesin kotor, dan melakukan set up mesin tidak benar, serta e) faktor lingkungan : kebersihan mesin kurang dan banyak tumpukan komponen.
5. Berdasarkan analisis perhitungan efektivitas mesin yang relatif rendah seperti diuraikan sebelumnya maka ada beberapa faktor yang harus diperhatikan berdasarkan penerapan *total productive maintenance* yaitu : struktur

organisasi *maintenance* disusun dengan sistem sentralisasi, tanggung jawab fungsional, *Standard Operational Procedure* (SOP) penting dilakukan, *Maintenance Work Order* (MWO) disusun untuk menentukan dan mengidentifikasi spesifikasi pekerjaan sekaligus alat komunikasi antara operator dan bagian pemeliharaan, literatur teknik yang berkaitan dengan spesifikasi produk dan peralatan/mesin, pelatihan terhadap sumber daya manusia dan *autonomous maintenance* oleh operator mesin, serta 8 pilar TPM yang dilaksanakan dengan baik.

Saran

- Adapun saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :
 1. Penelitian mengenai keefektifan mesin ini sebaiknya melibatkan data yang lebih banyak agar performansi mesin dan *maintenance* mesin dapat diidentifikasi terhadap satuan waktu.
 2. Produk filter cacat hendaknya diperhitungkan, karena pada PT. Essentra Surabaya terdapat Laboratorium untuk mendeteksi apakah lot produksi layak atau tidak.
- Saran untuk PT. Essentra Surabaya :
 1. Melakukan perhitungan dan evaluasi terhadap OEE pada mesin *Cavitec VD-02* sehingga diperoleh informasi yang representatif untuk perawatan dan perbaikan secara terus menerus (*continous improvement*) dalam upaya peningkatan efektivitas penggunaan mesin.
 2. Melakukan pelatihan kepada setiap operator maupun personil *maintenance* agar dapat meningkatkan kemampuan dan keahlian operator dalam menanggulangi permasalahan yang ada pada mesin.
 3. Setiap pagi memastikan operator setiap mesin untuk melakukan *autonomous maintenance*, dengan cara menyiapkan checklist *autonomous maintenance* dan memastikan adanya persediaan alat-alat yang berkaitan dengan *autonomous maintenance* seperti *greese*, sehingga

dapat menjaga performansi mesin tetap prima.

4. Melakukan pengecekan berkala terhadap mesin yang sedang dioperasikan dan material/ bahan baku yang akan diproses oleh operator untuk menghindari kesalahan dalam melakukan proses produksi, serta tidak banyak menimbulkan scrap/ rework.
5. Melakukan *predictive maintenance*, yaitu segera melakukan tindakan perbaikan ketika timbul tanda-tanda kerusakan pada mesin, sebelum muncul kerusakan yang lebih sulit ditangani.
6. Komitmen / kesadaran kepada seluruh karyawan untuk ikut berperan aktif dalam peningkatan produktivitas dan efisiensi untuk perusahaan dan bagi diri mereka sendiri dari operator hingga *top management*.

Daftar Pustaka

- Habib, Agil Septiyan dan Hari Supriyanto. 2012. "Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Sebagai Pedoman Perbaikan Efektivitas Mesin CNC Cutting". Jurnal Teknik POMITS Volume 1 Tahun 2012. Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Hasriyono, Miko. 2009. "Evaluasi Efektivitas Mesin dengan Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) di PT. Hadi Baru". Program Studi Sarjana Teknik Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Katila, Pekka. 2000. "*Journal Applying Total Productive Maintenance – TPM Principles in the Flexible Manufacturing Systems*". ISSN: 1402-1536 ISRN: LTU-TR - - 00/23- - SE. Institutionen for Produktionsutveckling, Lulea Tekniska Universitet. Swedish.
- Lindley, R.H. 1957. "*Maintenance Engineering Handbook*". Sixth Edition. Editor in Chief by: R. Keith Mobley. United States: McGraw-Hill.

Priyanta, Dwi dkk. 2008. "Implementasi *Total Productive Maintenance* dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Untuk Menentukan Maintenance Strategy pada Mesin Tube Mill 303 (Studi Kasus PT. Spindo Unit III)". Journal Department of Marine Engineering Sepuluh Nopember Institute of Technology. Surabaya.

Rahman, Arif dkk. 2006. "Implementasi *Total Productive Maintenance* Sebagai Penunjang Produktivitas dengan Pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* pada Mesin Rotary KTH-8 (studi kasus PT. Indonesian Tobacco)". Jurnal Program Studi Teknik Industri Universitas Brawijaya. Malang.

Sukwadi, Roland. 2007. "Analisis Perbedaan antara Faktor-faktor Kinerja Perusahaan Sebelum dan Sesudah Menerapkan Strategi *Total Productive Maintenance* (TPM)". Program Studi Magister Manajemen Universitas Diponegoro. Semarang.