

## ANALISA EFEKTIVITAS MESIN *STEEL CALENDER* MENGGUNAKAN METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)*

### *ANALYSIS OF EFFECTIVENESS OF STEEL CALENDER MACHINE USING TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) METHOD*

Ahmad Zohari  
Politeknik Gajah Tunggal  
Email: zohari2980@gmail.com

#### **Abstract**

*Steel calendar machine is a machine that combines compound and steel became steel treatment and then will be processed on a steel cutting machine to make a steel belt. The steel calendar machine used in this process has a high losstime. Therefore, the study was conducted using the total productive maintenance (TPM) method to determine its effectiveness by measuring the Overall Equipment Effectiveness (OEE) and the six big losses. Data collection is taken from barcode sistem material that is carried out for 3 months from January 2018 to March 2018. Given the value of OEE in January 2018 of 43%, February 2018 of 41%, and in March 2018 was 58% for six big losses value is equipment failure losses of 3.32%, set up and adjustment of 22.37%, reduce Speed losses of 2.35%, idling minor and stoppages by 2.01%, defect losses by 0.45%. Based on the analysis, the most dominant losstime for 3 months resulted in low value of OEE is losing size and six big losses in set up and adjustment. In April the engine improves the 4M barcode sistem and the wire up schedule on the machine, and got the OEE value in April of 51% with six big losses of 30%.*

**Keywords:** *steel calendar machine, TPM, OEE, six big losses*

#### **Abstrak**

Mesin steel calendar adalah mesin yang menggabungkan compound dan steel menjadi steel treatment kemudian diproses di mesin steel cutting menjadi steel belt. Mesin steel calendar yang digunakan pada proses ini memiliki losstime yang tinggi yang berpengaruh pada efektivitas mesin. Oleh sebab itu dilakukan penelitian menggunakan metode total produktif maintenance (TPM) untuk mengetahui efektivitas mesin dengan mengukur nilai OEE (Overall Equipment Effectiveness) dan faktor six big losses pada mesin steel calendar tersebut. Pengumpulan data diambil dari barcode sistem material yang dilakukan selama 3 bulan dari bulan Januari 2018 sampai Maret 2018. Nilai OEE bulan Januari 2018 sebesar 43%, Februari 2018 sebesar 41%, dan bulan Maret 2018 sebesar 58% untuk six big losses nilainya adalah equipment failure losses sebesar 3,32%, set up and adjustment sebesar 22,37%, reduce speed losses sebesar 2,35%, idling minor and stoppages sebesar 2,01%, dan defect losses sebesar 0,45%. Berdasarkan analisa, losstime yang paling dominan selama 3 bulan yaitu losstime ganti size dan losses pada set up and adjustment. Pada bulan april dilakukan improve pada mesin yaitu pembaharuan sistem 4M barcode material dan pengaturan wire up schedule pada mesin dengan nilai OEE pada bulan april sebesar 51% dan nilai six big losses sebesar 30%.

**Kata kunci:** *Mesin Steel calendar, TPM, OEE, Six Big Losses.*

#### **1. PENDAHULUAN**

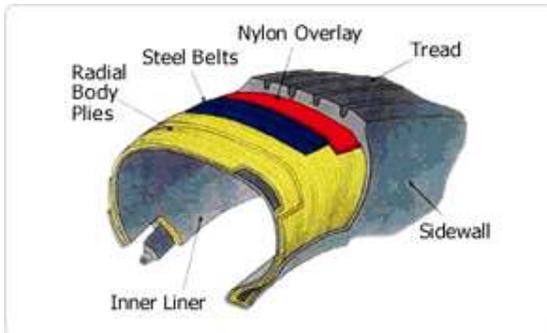
Meningkatnya produksi manufaktur kendaraan turut memicu persaingan industri manufaktur ban terutama untuk kendaraan roda empat. Hal ini menuntut perusahaan manufaktur ban untuk dapat meningkatkan produksi ban yang aman dan nyaman. “Banyak faktor yang mempengaruhi kelancaran proses produksi, salah satunya adalah performance mesin yang baik. Mesin dengan breakdown rendah mampu membuat kualitas proses produksi berjalan dengan baik” (Supriyadi dan Riskiyadi, 2016: 165). Hal ini dimungkinkan dengan adanya sistem perawatan dan pemeliharaan

yang tepat yang dapat meningkatkan produktivitas serta dapat mengurangi waktu terbuang yang terjadi selama proses produksi.

Salah satu solusi mengatasi hal-hal tersebut dengan penerapan Total Productive Maintenance (TPM). “TPM adalah program pemeliharaan yang digunakan untuk pemeliharaan pabrik dan peralatan dengan tujuan meningkatkan produksi sekaligus meningkatkan moral karyawan dan kepuasan kerja” (Venkatesh, J, 2007: 3).

Secara umum proses produksi ban terdiri dari beberapa tahapan yaitu: Mixing, Material process, Building, Curing, Inspection, dan Finish good. Pada

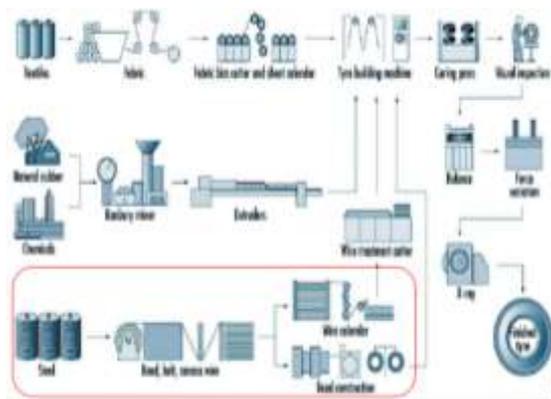
tahap material proses terdapat mesin Steel Calender yang memproses Steel Treatment yaitu pelapisan wire dengan compound yang selanjutnya akan diproses mesin Steel Cutting untuk menghasilkan Steel Belt.



Gambar 1. Komponen penyusun ban

Berdasarkan data losstime barcode, losstime terbanyak pada bulan januari terdapat pada mesin Steel Calender. Hal tersebut dapat mempengaruhi efektivitas dari mesin Steel Calender tersebut. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengetahui dan menganalisa penyebab terjadinya losstime pada mesin tersebut menggunakan metode Total Productive Maintenance (TPM) dengan menghitung Overall Equipment Effectiveness (OEE) dari mesin Steel Calender tersebut.

“Perhitungan nilai OEE bertujuan untuk mengukur tingkat efektivitas pemakaian suatu mesin/peralatan dengan menghitung ketersediaan mesin, performansi dan kualitas produk yang dihasilkan” (Alvira, D., Helianty, Y., & Prasetyo, H, 2015: 240). “Pengukuran nilai OEE dapat dilakukan untuk menganalisis breakdown pada mesin sehingga efektifitas mesin dapat diketahui” (Ilyas, A., Arina, F., & Ferdinant, P. F, 2015).



Gambar 2. Proses pembuatan ban

“Menurunnya tingkat produktivitas mesin dan peralatan bisa di sebabkan oleh enam faktor yang

disebut Six Big Losses” (Yusra, A. F., Budiasih, E., & Pamoso, A. 2018: 2537). Faktor Six Big Losses yaitu kerugian karena kerusakan mesin (breakdown), kerugian karena pemasangan dan penyetelan (setup and adjustment losses), kerugian karena operasi terhenti (small stop), kerugian karena penurunan kecepatan operasi (reduced speed), kerugian pada awal produksi (reduced yield losses) dan kerugian karena produk cacat (process defect losses).

Penelitian tentang penerapan metode TPM menggunakan OEE dan faktor Six Big Losses untuk mengukur efektivitas mesin dilakukan oleh Suwarno (2018) dengan studi kasus pada perusahaan manufaktur valve. Permasalahannya adalah tingginya gangguan pada peralatan/mesin produksi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai OEE masih dibawah standard word class manufacturing yaitu 85%.

Ilyas (2015) meneliti mesin Electric Arc Furnace yang sering mati mendadak yang mengakibatkan breakdown yang dapat menyebabkan kerusakan komponen. Menggunakan OEE dan Six Big Losses untuk menentukan efektivitas mesin dan mencari penyebabnya. Nilai OEE yang didapat sebesar 50,26%.

Rahayu (2014) meneliti faktor Six Big Losses yang mempengaruhi efektivitas mesin kiln W1 dan W2 di PT. Semen Padang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor Six Big Losses mesin kiln W1 adalah breakdown loss sebesar 99,24% dan mesin kiln W2 adalah reduced speed loss sebesar 106%. Keduanya merupakan penyebab rendahnya nilai OEE. Tindakan perbaikan yang diusulkan adalah menyiapkan perlengkapan autonomous maintenance, memberikan training bagi operator dan teknisi serta melakukan pengawasan terhadap operator tentang kebersihan tempat kerja.

Rinawati dan Dewi (2014) menelitian pada mesin Cavitec yang memiliki tingkat breakdown tertinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai OEE pada mesin Cavitec sebesar 28,50%. Faktor idling and minor stoppages loss memiliki persentase terbesar (41,08%) yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE. Perbaikan yang diusulkan antara lain: melakukan autonomous maintenance setiap kali dilakukan pergantian shift, memberikan training bagi operator ataupun teknisi dan menerapkan 5S di tempat kerja.

## 2. METODE PENELITIAN

Metodologi pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

## 2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu survei langsung ke lapangan melihat secara langsung mesin Steel Calender yang diteliti dan merekap data laporan harian mesin yang diambil dari sistem barcode selama 3 bulan (Januari 2018 s/d Maret 2018) berupa data losstime, data produksi Steel Treatment dan data defectnya dengan perhitungan mesin berproduksi selama 24 jam perhari yang terbagi dalam 3 shift. Data Steel Calender Breakdown Loss selama 3bulan ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data Steel Calender Breakdown Loss Selama 3Bulan

No	Kategori	Losstime	Januari 2018	Februari 2018	Maret 2018
			Total (Menit)	Total (Menit)	Total (Menit)
1	Planned Closing Time	Hari Libur Nasional	1440	-	-
3		Stop Pabrik	-	-	-
4		No Schedule	-	-	-
5	Planned Down Time	Preventive Maintenance	439,58	457,51	448,21
6		Rest, Shalat, Toilet	2755,02	2301,34	1594,38
7		Test Technical	2,95	-	-
8		Ganti Size	3172,86	4009,89	5645,38
9	Set Up + Machine Breakdown	Naik Kawat	2001,94	1312,74	504,53
10		Tarik Kawat dan pasang karet	3446,6	3706,93	3034,35
11		Turun Kaleng	-	263,44	-
12		Calender	279,62	567,45	151,63
13		Conveyor	644,94	121	92,65
14		Extruder	581,11	666,99	12,55
15		Hoist Wind Up 5 Ton	-	119,33	15,75
16		MTP	37,56	8,5	-
17		Open Mill	184,17	-	4,42
23		Wind Up	333,64	108,91	45,65
24	Compound Z110 Kosong	479,08	36,38	383,02	
25	Speed Loss	Compound Z110 Scorch	12,51	51,56	-
26		Steel Cord Quality Problem	-	-	-
27		Liner Kosong	-	675,79	-
29		Project TBR	21,15	-	11,8
30		Supply Tunggu Proses	-	0,05	-
31		Project TBR#	1041,71	952,54	1631,64
32	Quality Loss	Scrap Product	14,29	11,87	17,56

Berdasarkan Tabel 1 losstime terbesar selama 3 bulan ada dikategori set up+mesin breakdown khususnya untuk penggantian size.

Tabel 2. Produksi Steel Treatment selama 3bulan

No	Kategori	Januari 2018	Februari 2018	Maret 2018
1	Total Output (Roll)	1279	1080	1746
2	Total Output (meter)	392945	328859	492607

Tabel 2. menunjukkan data total produksi dari mesin Stell Calender yang diukur dalam satuan meter dan roll. Sedangkan data defect in process mesin Steel calender dapat dilihat pada Tabel 3. yang diukur dalam satuan meter.

Tabel 3. Defect in process selama 3 bulan

No	Kategori	Januari 2018	Februari 2018	Maret 2018
1	Defect in Process (meter)	3124	2651	2805

## 2.2. Pehitungan Nilai OEE

“Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah sebuah metrik yang berfokus pada seberapa efektif suatu operasi produksi dijalankan”. (Ahuja I.P.S., Khamba, J.S.2008: 722). “OEE berguna untuk mengukur apakah peralatan produksi tersebut dapat bekerja dengan normal atau tidak” (Rahayu, A. 2014: 455).

Menurut Nakajima (1988), OEE merupakan nilai yang dinyatakan sebagai rasio antara output aktual dibagi output maksimum dari peralatan pada kondisi kinerja yang terbaik. Nilai OEE diperoleh dari perkalian ketiga variabel/faktor OEE, yaitu availability, performance, dan quality. Formula perkalian ketiga faktor tersebut adalah sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (1)$$

### 2.2.1. Availability

Availability merupakan ketersediaan mesin atau peralatan merupakan perbandingan antara waktu operasi (*operation time*) terhadap waktu persiapan (*loading time*) dari suatu mesin atau peralatan.

$$Availability = \frac{Operating Time}{Loading Time} \times 100\% \quad (2)$$

Operating Time merupakan total waktu proses yang efektif. Dalam hal ini operating time adalah hasil pengurangan loading time dengan downtime mesin. Loading Time adalah waktu yang tersedia perhari atau perbulan mesin yang telah direncanakan. Oleh karena itu perhitungan Availability menjadi:

$$Availability = \frac{Loading Time - Down Time}{Loading Time} \times 100\% \quad (3)$$

Downtime adalah waktu proses yang digunakan mesin, tetapi karena adanya gangguan pada mesin / peralatan mengakibatkan tidak adanya output yang dihasilkan. Perhitungan Downtime dapat ditulis dengan formula:

$$Downtime = Breakdown + Set Up \quad (4)$$

### 2.2.2. Performance

Performance merupakan tolak ukur dari efisiensi suatu kinerja mesin menjalankan proses produksi. Performance rate 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 rate adalah ideal cycle time (waktu siklus ideal atau waktu standar), processed amount (Jumlah produk yang diproses) dan operating time (waktu proses mesin). Maka performance dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Performance} = \frac{\text{Process Amount} \times \text{Ideal Cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \quad (5)$$

### 2.2.3. Quality

Quality adalah perbandingan hasil produk yang baik sesuai dengan spesifikasi kualitas produk yang telah ditentukan terhadap jumlah produk yang diproses (Rinawati 2014: 22). Dalam perhitungan Rate of Quality product, processed amount adalah total produk sedangkan defect amount adalah total scrap. Jadi Quality rate merupakan hasil perhitungan dengan faktor dibawah ini:

$$\text{Quality} = \frac{\text{Process Amount} \times \text{Defect Amount}}{\text{Process Amount}} \times 100\% \quad (6)$$

## 2.3. Identifikasi Six Big Lossess

Untuk mencapai nilai OEE yang ideal yang sesuai standar nilai OEE untuk perusahaan kelas dunia (85%), maka langkah pertama yaitu fokus untuk menghilangkan kerugian utama yang merupakan penghalang terhadap efektivitas peralatan. losses tersebut oleh Nakajima (1988) di kelompokkan menjadi 6 besar (Six Big Lossess) yaitu:

### 1. Equipment Failure Losses (EFL)

Kerugian terjadi karena peralatan mengalami kerusakan, tidak dapat digunakan dan memerlukan perbaikan atau penggantian. Kerugian ini diukur dengan seberapa lama waktu selama mengalami kerusakan hingga selesai diperbaiki. Untuk mengetahui nilai kerugian Equipment Failure Losses (EFL) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{EFL} = \frac{\text{Equipment Failure Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (7)$$

### 2. Set up and adjustment time

Kerugian diakibatkan perubahan kondisi operasi, seperti dimulainya produksi atau dimulainya shift yang berbeda, perubahan produk dan perubahan kondisi operasi. Untuk mengetahui nilai kerugian karena Set-up and Adjustment Losses dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Setup} = \frac{\text{Setup and adjut Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (8)$$

### 3. Reduce Speed Losses (RSL)

Kerugian akibat dari pengurangan kecepatan produksi dari kecepatan desain peralatan tersebut. Untuk mengetahui nilai kerugian yang disebabkan oleh Reduced Speed dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{RSL} = \frac{(\text{ACT}-\text{ICT}) \times \text{output}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (9)$$

ACT = *Actual Cycle Time*

ICT = *Ideal Cycle Time*

### 4. Idling and minor stoppages losses (I&MS)

Kerugian yang disebabkan oleh berhentinya peralatan karena ada permasalahan sementara, seperti mesin terputus-putus, macet (jamming) serta mesin mengganggu (idling). Untuk mengetahui nilai kerugian yang disebabkan oleh Idling and Minor Stoppages dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{I\&MS} = \frac{(\text{TP}-\text{output}) \times \text{ICT}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (10)$$

TP = *Target Produksi*

### 5. Defect losses

Jika output produksi yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi kualitas maka disebut defect losses. Untuk mengetahui nilai kerugian yang disebabkan oleh Defect Losses dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Defect} = \frac{\text{Total Defect} \times \text{ICT}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (11)$$

### 6. Yield lossess

Kerugian yang terjadi karena bahan baku terbuang. Untuk mengetahui nilai kerugian yang disebabkan oleh Reduced Yield Losses dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{YL} = \frac{\text{Total rework} \times \text{ICT}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (12)$$

Dengan teridentifikasinya enam kerugian besar tersebut, perencanaan program yang sistematis dan jangka panjang dengan tujuan meminimalkan losses dapat dilaksanakan. Hal ini akan menaikkan produktivitas, kualitas produk, mengurangi biaya akibat kerusakan peralatan dan menurunkan angka kerusakan produk.

## 2.4. Identifikasi Faktor Penyebab

“Untuk mengidentifikasi faktor - faktor yang mempengaruhi atau penyebab losses yang utama menggunakan diagram pareto dan dilanjutkan dengan membuat diagram sebab akibat” (fishbone diagram) (Das, & Nath, 2015: 208).

#### 2.4.1. Diagram Pareto

Diagram pareto adalah metode dari salah satu jenis distribusi dimana sifat-sifat yang diobservasi diurutkan dari yang frekuensi ataupun waktu yang terbesar hingga terkecil. Bentuk diagram pareto tidak berbeda jauh dengan histogram.

#### 2.4.2. Fishbone diagram

Fishbone diagram dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943, sehingga sering disebut dengan diagram Ishikawa. Fishbone diagram merupakan salah satu dari tujuh tool QC yang digunakan untuk mengidentifikasi akar masalah dari sebuah kasus (Das, & Nath, 2015: 208).

Diagram ini menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan serta dicari beberapa kemungkinan penyebabnya. Manfaat fishbone diagram antara lain:

1. Dapat menggunakan kondisi yang sesungguhnya untuk tujuan perbaikan kualitas produk atau jasa, lebih efisien dalam menggunakan sumber daya dan dapat mengurangi biaya.
2. Dapat mengurangi dan menghilangkan kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk atau jasa dan keluhan pelanggan.
3. Dapat membuat suatu standarisasi operasi yang ada maupun yang direncanakan.
4. Dapat memberikan pendidikan dan pelatihan bagi karyawan dalam kegiatan pembuatan keputusan dan melakukan tindakan perbaikan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengolahan Data

Pengumpulan data selama 3 bulan sejak Januari 2018 hingga Maret 2018 terkumpul sebanyak 147 data. Data-data tersebut diolah menggunakan Microsoft Excel.

#### 3.2. Perhitungan OEE

Nilai OEE didapat dengan menghitung semua variabelnya. Variable tersebut adalah Availability, Performance dan Quality. Tabel 4. Menunjukkan hasil perhitungan Availability untuk bulan Januari 2018. Perhitungan yang sama juga dilakukan untuk bulan Februari 2018 dan Maret 2018.

**Tabel 4.** Perhitungan Availability Januari 2018

No	Variabel	Perhitungan Data	Menit
1	Available time	8 x 60 x 3 x 31	44640,00

No	Variabel	Perhitungan Data	Menit
2	Planned Downtime	439,58 + 2755,02 + 2,95	3197,55
3	Loading Time	44640,00 - 3197,55	41442,45
4	Downtime	2061,04 + 8621,40	10682,44
5	Operating Time	41442,45 - 10682,44	30760,01
6	Availability	30760,01 / 41442,45 x 100 %	74,22%

Keterangan :

1. Terdapat 3 Shift dalam 1 hari kerja dengan lama kerja 8 jam, maka *available time* = (8 x 60 menit) x 3 shift x 31 hari kerja = 44640 menit.
2. *Planned Downtime* didapatkan dari *Losstime system barcode* yaitu PM, Rest shalat & toilet serta PM selama bulan Januari 2018.

Tabel 5. Menunjukkan hasil perhitungan Performance untuk bulan Januari 2018. Perhitungan yang sama juga dilakukan untuk bulan Februari 2018 dan Maret 2018.

**Tabel 5.** Perhitungan Performance Januari 2018

No	Variabel	Perhitungan Data	menit
1	Operating time dari Availability	41442,45 - 10682,44	30760,01
2	Downtime (Losses Performance)	Delay production losses bulan maret 2018	1074,37
3	Operating time	30760,01 - 1074,37	29686,64
4	Processed Amount	1148 roll PCR + 131 roll TBR	1279
5	Ideal Cyle Time	1 roll aktualnya 13,5	13,5
6	Performance	1279 x 13,5 / 29686,64	58,16%

Keterangan :

1. Downtime (losses performance) adalah delay production losses mesin Steel calender selama bulan Januari 2018.
2. Processed amount adalah jumlah produk yang dihasilkan mesin Steel Calender selama bulan januari 2018, perhitungan dalam jumlah roll.
3. *Ideal cycle time* adalah *cycle time ideal* memproduksi 1 produk dalam hitungan menit.

Tabel 6. Menunjukkan hasil perhitungan Quality untuk bulan Januari 2018. Perhitungan yang sama juga dilakukan untuk bulan Februari 2018 dan Maret 2018.

**Tabel 6.** Perhitungan Quality Januari 2018

No	Variabel	Januari
1	Processed Amount (Meter)	392945
2	Defect Amount (Meter)	1249,60
3	Quality	99,68%

Keterangan :

Processed dan defect amount dihitung per meter, dikarenakan dari mesin Steel calender adalah perkilogram maka sebelum dilakukan perhitungan dikonversikan terlebih dahulu ke dalam meter.

Tabel 7 adalah nilai ke 3 variabel OEE yaitu: Availability, Performance dan Quality pada mesin steel calender selama 3 bulan.

**Tabel 7.** Nilai Variabel OEE selama 3 bulan

Bulan	Availability	Performance	Quality
Jan 2018	74,22 %	58,16%	99,68%
Feb 2018	71,02%	58,33%	99,68%
Mar 2018	76,78%	75,88%	99,77%

Berdasarkan hasil perhitungan variable OEE selama 3 bulan didapatkan nilai *availability* yang berfluktuatif. Nilai *availability* tersebut harus ditingkatkan, oleh karena itu analisa perhitungan *availability* perlu dilakukan untuk melihat tingkat pemanfaatan peralatan dan mencari sebab yang paling berpengaruh terhadap nilai *availability* mesin steel calender.

Nilai *performance* selama 3 bulan masih naik turun yang biasanya dipengaruhi oleh jumlah produksi dan downtime pada mesin. Nilai-nilai tersebut sangat kecil untuk nilai *performance* mesin yang sangat memerlukan *improvement* untuk dapat meningkatkan jumlah produksi.

Nilai *quality* dikaitkan dengan 2 komponen penting yaitu *process amount* atau jumlah dari produk yang dihasilkan dan *defect/scrap amount* atau jumlah *defect/scrap* dari produk. Untuk nilai *quality* selama 3 bulan sudah cukup baik.

Berdasarkan nilai variabel OEE pada Tabel 7 maka dapat diketahui nilai OEE Steel Calender selama 3 bulan seperti ditunjukkan pada tabel 8.

**Tabel 8.** Nilai OEE selama 3 bulan

Bulan	OEE
Januari 2018	43,03%
Februari 2018	41,29%
Maret 2018	58,13%

### 3.3. Perhitungan Six Big Losses

Perhitungan nilai masing-masing six big losses dikelompokkan menjadi 6 yaitu: Equipment Failure Losses, Set-up and adjustment Losses, Reduce Speed Losses, Idling and Minor Stoppages, Defect Losses, Reduced Yield Losses. Perhitungan

*Equipment Failure Losses* pada bulan Januari 2018 adalah:

$$EFL = \frac{2061,04}{41442,45} \times 100\% = 4,97\%$$

Dengan cara yang sama didapat perhitungan *Equipment Failure Losses* selama 3 bulan seperti ditunjukkan pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Perhitungan *Equipment Failure Losses*

Bulan	Equipment Failure time	Loading time	Equipment Failure Losses
Jan 2018	2061,04	41442,45	4,97%
Feb 2018	1592,18	37561,15	4,24%
Mar 2018	322,65	42597,41	0,76%

Perhitungan *Set-up and adjustment Losses* pada bulan Januari 2018 adalah:

$$SAL = \frac{8621,40}{41442,45} \times 100\% = 20,80\%$$

Hasil perhitungan *Equipment Failure Losses* selama 3 bulan dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Perhitungan *Set-up & adjustment Losses*

Bulan	Setup and Adjust Time	Loading time	Setup and Adjust Losses
Jan 2018	8621,40	41442,45	20,80%
Feb 2018	9293,00	37561,15	24,74%
Mar 2018	9184,26	42597,41	21,56%

Perhitungan *Reduce Speed Losses* pada bulan Januari 2018 adalah:

$$RSL = \frac{(13,2 - 12,5) \times 1279}{41442,45} \times 100\% = 2,16\%$$

Tabel 11 adalah perhitungan *Reduce Speed Losses* selama 3 bulan.

**Tabel 11.** Perhitungan *Reduce Speed Losses*

Bulan	Actual Cycle Time	Ideal Cycle Time	Loading Time	Output	Reduce Speed Losses
Jan 2018	13,2	12,5	41442,45	1279	2,16%
Feb 2018	13,2	12,5	37561,15	1080	2,01%
Mar 2018	13,2	12,5	42597,41	1746	2,87%

Perhitungan *Idling and Minor Stoppages* pada bulan Januari 2018 adalah:

$$I\&MS = \frac{(1324 - 1279) \times 12,5}{41442,45} \times 100\% = 1,36\%$$

Tabel 12 adalah perhitungan *Idling and Minor Stoppages* selama 3 bulan.

**Tabel 12.** Perhitungan *Idling and Minor Stoppages*

Bulan	Target Produksi	Output	ideal Cycle time	Loading Time	Idling and Minor Stoppages
Jan 2018	1324	1279	12,5	41442,45	1,36%
Feb 2018	1142	1080	12,5	37561,15	2,06%
Mar 2018	1835	1746	12,5	42597,41	2,61%

Perhitungan Defect Losses pada bulan Januari 2018 adalah:

$$DL = \frac{1249,60 \times 12,5}{41442,45} \times 100\% = 0,43\%$$

Tabel 13. adalah perhitungan Defect Losses selama 3 bulan.

**Tabel 13.** Perhitungan Defect Losses

Bulan	Total Defect	Ideal Cycle Time	Loading Time	Defect Losses
Jan 2018	1249,60	12,5	41442,45	0,43 %
Feb 2018	1060,40	12,5	37561,15	0,40 %
Mar 2018	1122,00	12,5	42597,41	0,52 %

Perhitungan *Yield Losses* pada bulan Januari 2018 adalah:

$$YL = \frac{0,00 \times 12,5}{41442,45} \times 100\% = 0\%$$

Tabel 14. menunjukkan hasil perhitungan *Yield Losses* selama 3 bulan

**Tabel 14.** Perhitungan *Reduced Yield Losses*

Bulan	Total Rework	Ideal Cycle Time	Loading Time	Defect Losses
Jan 2018	0,00	12,5	41442,45	0,00%
Feb 2018	0,00	12,5	37561,15	0,00%

Mar 2018	0,00	12,5	42597,41	0,00%
----------	------	------	----------	-------

### 3.3.1. Analisa Perhitungan Six Big Losses

Analisa *six big losses* dilakukan untuk mengetahui faktor *losses* yang paling dominan yang mengakibatkan rendahnya nilai efektivitas mesin steel calender. Pada Tabel 15. dapat dilihat Perhitungan Persentase Six Big Losses mesin Steel Calender selama 3 bulan.

**Tabel 15.** Perhitungan persentase Six Big Losses

No	Six Big Losses	Jan 2018	Feb 2018	Mar 2018	Presentase Rata-rata Perbulan
1	Setup and adjust	20,8%	24,74%	21,56%	22,37%
2	Equipment failure	4,97%	4,24%	0,76%	3,32%
3	Reduce speed	2,16%	2,01%	2,87%	2,35%
4	Idling and minor stoppages	1,36%	1,36%	1,36%	1,36%
5	Defect	0,43%	0,40%	0,52%	0,45%
6	Reduce yield	0 %	0 %	0 %	0 %

Pada analisa six big losses dapat dilihat bahwa nilai rata – rata losses yang paling tinggi adalah pada set up and adjustment sebesar 22,37%, kemudian equipment failure sebesar 3,32%, reduce speed sebesar 2,35%, idling & minor stoppages sebesar 1,36%, defect sebesar 0,45% dan reduce yield sebesar 0%. Untuk reduce yield persentasenya 0% karena pada produk steel treatment tidak ada proses rework. Tingginya nilai losses setup and adjustment disebabkan karena proses set up mesin yang banyak mengalami kehilangan waktu.

### 3.4. Analisa Faktor Penyebab

Untuk mencari penyebab rendahnya nilai OEE mesin Steel calender diperlukan diagram pareto dan fishbone diagramnya.

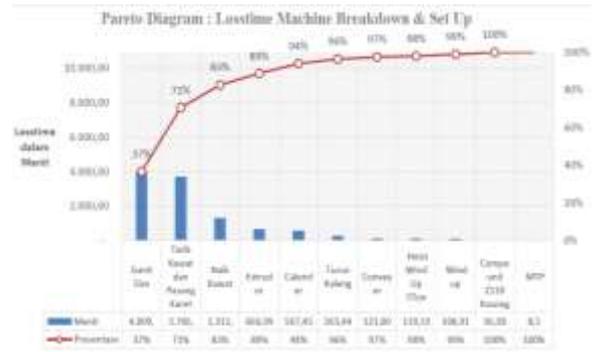
Diagram pareto yang dibutuhkan adalah Pareto Minute Failure dan Pareto Frequency Failure.

#### 3.4.1. Pareto Minute Failure

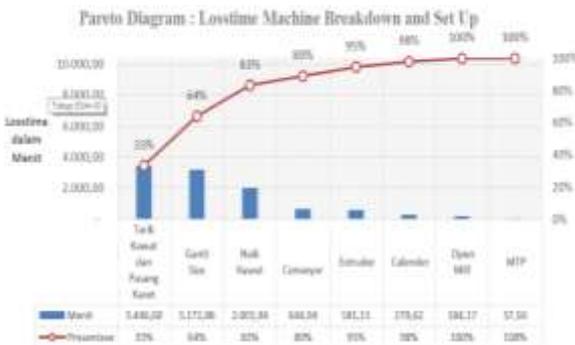
Pareto Minute Failure adalah pareto yang mengurutkan klarifikasi data kerusakan mesin berdasarkan rangking presentase waktunya. Untuk pareto selama 3 bulan ditunjukkan oleh Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.

**Tabel 16.** *Losstime Machine Breakdown and Set Up* Bulan Januari 2018

No	Jenis Losstime	Menit	Presentase	Presentase Kumulatif
1	Tarik Kawat dan Pasang Karet	3446,6	33%	33%
2	Ganti Size	3172,86	31%	64%
3	Naik Kawat	2001,94	19%	83%
4	Conveyor	644,94	6%	89%
5	Extruder	581,11	6%	95%
6	Calender	279,62	3%	98%
7	Open Mill	184,17	2%	100%
8	MTP	37,56	0%	100%
Total		10348,8	100%	100%



Gambar 4. Pareto Diagram Bulan Februari 2018



Gambar 3. Pareto Diagram Bulan Januari 2018

Tabel 17. Losstime Machine Breakdown and Set Up Bulan Februari 2018

No	Jenis Losstime	Menit	Presentase	Presentase Kumulatif
1	Ganti Size	4.009,89	37%	37%
2	Tarik Kawat dan Pasang Karet	3.706,93	34%	71%
3	Naik Kawat	1.312,74	12%	83%
4	Extruder	666,99	6%	89%
5	Calender	567,45	5%	94%
6	Turun Kaleng	263,44	2%	96%
7	Conveyor	121	1%	97%
8	Hoist Wind Up 5 Ton	119,33	1%	99%
9	Wind up	108,91	1%	100%
10	Compound Z110 Kosong	36,38	0%	100%
11	MTP	8,5	0%	100%
Total		10.921,56	100%	100%

Pada Tabel 17 ada tambahan losstime yang terjadi yaitu losstime turun kaleng, hoist wind up 5ton, wind up dan compound z110 kosong sedangkan losstime yang hilang losstime openmill.

Tabel 18. Losstime Machine Breakdown and Set Up Bulan Maret 2018

No	Jenis Losstime	Menit	Presentase	Presentase Kumulatif
1	Ganti Size	5.645,38	57%	57%
2	Tarik Kawat dan Pasang Karet	3.034,35	31%	88%
3	Naik Kawat	504,53	5%	93%
4	Compound Z110 Kosong	383,02	4%	97%
5	Calender	151,63	2%	98%
6	Conveyor	92,65	1%	99%
7	Wind up	45,65	0%	100%
8	Hoist Wind Up 5 Ton	15,75	0%	100%
9	Extruder	12,55	0%	100%
10	Openmill	4,42	0%	100%
Total		9.889,93	100%	100%

Pada Tabel 18 losstime yang hilang yaitu losstime turun kaleng dan MTP sedangkan losstime yang muncul kembali adalah losstime openmill.



Gambar 5. Pareto Diagram Bulan Maret 2018

Berdasarkan diagram pareto tersebut terlihat bahwa pada bulan Januari 2018 losstime mesin

tertinggi adalah tarik kawat dan pasang karet yang masuk kedalam kategori losstime set up mesin, sedangkan pada bulan Februari 2018 dan Maret 2018 problem mesin tertinggi adalah ganti size yang juga masuk dalam kategori losstime set up mesin.

**3.4.2. Pareto frequency failure**

Pareto frequency failure adalah pareto yang mengurutkan klarifikasi data kerusakan sesuai ranking frekuensi kerusakan yang terbesar hingga frekuensi kerusakan yang terkecil sehingga dapat diketahui prioritas untuk perbaikannya. Untuk pareto selama 3 bulan ditunjukkan oleh Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8.

**Tabel 19.** Data Frequency Failure Machine and Set Up Bulan Januari 2018

No	Jenis Losstime	Frekuensi	Presentase	Presentase Kumulatif
1	Ganti Size	115	46%	46%
2	Tarik Kawat dan Pasang Karet	67	27%	73%
3	Conveyor	18	7%	80%
4	Extruder	17	7%	87%
5	Naik Kawat	15	6%	93%
6	Calender	14	6%	98%
7	MTP	3	1%	100%
8	Openmill	1	0%	100%
Total		250	100%	100%



Gambar 6. Pareto Diagram Bulan Januari 2018

**Tabel 20.** Data Frequency Failure Machine and Set Up Bulan Februari 2018

No	Jenis Losstime	Frekuensi	Presentase	Presentase Kumulatif
1	Ganti Size	116	45%	45%
2	Tarik Kawat dan Pasang Karet	70	27%	72%
3	Extruder	17	7%	79%

No	Jenis Losstime	Frekuensi	Presentase	Presentase Kumulatif
4	Naik Kawat	14	5%	84%
5	Calender	14	5%	90%
6	Wind up	10	4%	94%
7	Conveyor	5	2%	96%
8	Hoist Wind Up 5Ton	5	2%	98%
9	MTP	3	1%	99%
10	Turun Kaleng	2	1%	100%
11	Compound Z110 kosong	1	0%	100%
Total		257	100%	100%

Pada Tabel 20 losstime yang hilang yaitu losstime openmill sedangkan losstime yang muncul kembali adalah losstime wind up, hoist wind up 5Ton, turun kaleng dan compound Z110 kosong.



Gambar 7. Pareto Diagram Bulan Februari 2018

**Tabel 21.** Data Frequency Failure Machine and Set Up Bulan Maret 2018

No	Jenis Losstime	Frekuensi	Presentase	Presentase Kumulatif
1	Ganti Size	185	69%	69%
2	Tarik Kawat dan Pasang Karet	55	21%	90%
3	Naik Kawat	8	3%	93%
4	Conveyor	7	3%	96%
5	Calender	5	2%	97%
6	Wind up	3	1%	99%
7	Compound Z110 kosong	1	0%	99%
8	Hoist Wind Up 5Ton	1	0%	99%
9	Extruder	1	0%	100%
10	Openmill	1	0%	100%
Total		267	100%	100%



- Lingkungan  
Masalah tempat penyimpanan press roll sempit sehingga proses pengangkatan press roll terhambat  
Rekomendasi yang diusulkan adalah melakukan penataan ulang pada tempat penyimpanan press roll
- Metode  
Masalah saat proses naik kawat dan tarik kawat lama karena menunggu material habis  
Rekomendasi yang diusulkan adalah proses naik kawat tidak perlu menunggu material habis tetapi diparalelkan
- Bahan  
Masalah proses naik kawat lama karena material naik kawat terlalu banyak dan berat  
Rekomendasi yang diusulkan adalah dengan menyediakan tempat penyimpanan kawat yang bisa berpindah dan membuat alat bantu untuk mengangkat material

#### 4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Nilai overall equipment effectiveness (OEE) pada bulan Januari 2018 adalah sebesar 43,03%, bulan Februari 2018 adalah sebesar 41,29%, dan pada bulan maret sebesar 58,13%. Nilai ini belum memenuhi standar JIOPM (Japan Institute of Plant Maintenance) yaitu nilai availability sebesar 90%, performance sebesar 95% dan nilai quality sebesar 99% untuk mencapai nilai OEE 85%.
2. Faktor yang mempengaruhi nilai OEE selama 3 bulan terakhir adalah six big losses dan nilai yang tertinggi terdapat pada faktor Set up and adjustment sebesar 22,37%, kemudian diikuti equipment failure losses sebesar 3,32%, reduce speed losses sebesar 2,35%, idling minor and stoppages sebesar 2,01%, defect losses sebesar 0,45% dan yang terakhir adalah reduce yield losses sebesar 00%.
3. Faktor penyebab permasalahan nilai OEE tidak tercapai yaitu :
  - a. Losstime mesin steel calender yang tinggi karena proses set up and adjustment dan mesin breakdown.
  - b. Peralatan yang menunjang untuk set up and adjustment mesin banyak yang tidak bisa digunakan secara maksimal karena tidak ergonomis.

#### 5. Saran

Saran yang dapat penulis berikan khususnya pada perusahaan yaitu sebagai berikut :

1. Perhitungan nilai OEE seharusnya dilakukan pada semua mesin, sehingga diperoleh informasi yang representatif untuk perawatan dan perbaikan secara terus menerus (continual improvement) dalam upaya peningkatan efektivitas mesin.
2. Memberikan pelatihan kepada operator dan kepada personil maintenance untuk meningkatkan kemampuan dan keahlian dalam menangani mesin dan melakukan autonomus maintenance untuk dapat meningkatkan produktivitas dan efektivitas mesin Steel Calender.
3. Adanya kesadaran kepada seluruh karyawan dari level operator sampai dengan top management untuk dapat berperan aktif dalam peningkatan produktivitas dan efektivitas mesin Steel Calender.

#### DAFTAR PUSTAKA

- (1) Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. 2008. *Total productive maintenance: literature review and directions*. International Journal of Quality & Reliability Management, 25(7), 709-756.
- (2) Alvira, D., Helianty, Y., & Prasetyo, H. 2015. *Usulan Peningkatan overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses*. Reka Integra, 3(3). ISSN: 2338-5081
- (3) Ilyas, A., Arina, F., & Ferdinant, P. F. 2015. *Pengukuran Efektivitas Mesin Electric Arc Furnace 9 dengan Metode OEE dan Perbaikan Menggunakan Metode FMECA di PT. XYZ*. Jurnal Teknik Industri Untirta, 3(3).
- (4) Nakajima, Seiichi dan Benjamin, S.B, 1989, *TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance*, Productivity Press, Inc., Cambridge, Massachusetts
- (5) Rahayu, A. 2014. *Evaluasi Efektivitas Mesin Kiln dengan Penerapan Total Productive Maintenance pada Pabrik II/III PT Semen Padang*. Jurnal Optimasi Sistem Industri, 13(1), 454-485, ISSN 2088-4842
- (6) Rinawati, D. I., & Dewi, N. C. 2014. *Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (Tpm) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Six Big Losses Pada Mesin Cavitec Di PT. Essentra Surabaya*. Prosiding SNATIF, 21-26. ISBN: 978-602-1180-04-4
- (7) Supriyadi, S., Ramayanti, G., & Afriansyah, R. 2017. *Analisis Total Productive Maintenance Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness dan Fuzzy Failure Mode and Effects Analysis*. Sinergi: Jurnal

- Teknik Mercu Buana, 21(3), 165-172. ISSN: 1410-2331
- (8) Suwarno, A. 2018. *Analisa Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) (Studi Kasus: Proses Produksi Valve Kendaraan Bermotor)*. Prosiding Seniati, 4(1), 108-113. ISSN 2085-4218
- (9) Venkatesh, J. 2007. *An introduction to total productive maintenance (TPM)*. The plant maintenance resource center, 3-20.
- (10) Yusra, A. F., Budiasih, E., & Pamoso, A. 2018. *Analisis Performance Mesin Weaving Pada Pt Abc Menggunakan Metode Reliability Availability Maintainability (RAM) Dan Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Eproceedings of Engineering, 5(2), 2535-2544. ISSN: 2355-9365
- (11) Das, P., & Nath, T. 2015. *Root cause analysis of the major equipment breakdown problems of the tube section of a FMCG company as an approach to improve OEE*. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), 27(4), 207-213. ISSN: 2231-538.