

IMPROVE THE WORK EFFECTIVENESS WITH OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) AS THE BASIS FOR OPTIMIZING PRODUCTION

Herry A. Prabowo, Farida, dan Deta Indar R

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Email: herryagung@gmail.com; faridaghozali@gmail.com;

ABSTRAK

PT Yamaha Motor Electronics (PT YME) adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pada pembuatan otomotif kendaraan bermotor roda dua. Perusahaan ini menghasilkan suku cadangelektronik untuk kendaraan bermotor. Beberapa produk mencakup ecu cdi/, pengapian kumparan, Starting Motor, stator dan rotor. Sebagai produsen, perusahaan tidak terlepas dari masalah efektivitas produk. Masalahnya adalah ketidak seimbang antara line winding sekunder dengan line berikutnya. Pada saat hal ini terjadi maka menyebabkan terjadi downtime yang akan menyebabkan turunnya efektivitas. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif dari pekerjaan dan kegiatan untuk pengolahan data dan settlement issues. Dari analisis yang dilakukan di PT YME, diperoleh nilai oee pada agustus 2014, nilai rata-rata dari line 1 sebesar 79.95% dan rata-rata line 2 adalah 75.48%. Nilai oee dari line 1 berkisar antara 68.34% - 85.58% dan untuk line 2 berkisar antara 54.95% - 83.91%. Nilai oee masih di bawah 85% menunjukkan bahwa kinerja mesin, operator dan metode belum maksimal. Perusahaan perlu meningkatkan nilai OEE menjadi > 85%. Perusahaan perlu melakukan perbaikan di Set-Up losses yang menjadi penyebab kerugian terbesar diantara faktor-faktor lain di Six Big Losses. Perbaikan dilakukan terhadap lima aspek yaitu aspek orang, mesin, bahan, metode kerja, dan lingkungan. Salah satu yang telah dilakukan adalah perbaikan dalam pengumpulan data dan perbaikan metode dalam bekerja, terutama dalam SOP secara umum.

Kata Kunci: Overall Equipment Effectiveness (OEE), Total Productive Maintenance (TPM), Availability Ratio, Performance Ratio, Rate of Quality, Six Big Losses

ABSTRACT

PT Yamaha Motor Electronics (PT YME) is a company engaged in the field on manufacture of automotive two-wheeled motor vehicle. This company produces electrical spare part for motor vehicles. Some of the products produced include ECU / CDI, Ignition Coil, Starting Motor, Stator and Rotor. As a manufacturing company, the company would not be separated from the problem of the effectiveness of every product manufactured. The problem is not balanced between the secondary winding lines with the next line. In addition to the winding machine downtime occurs causing a decline in the effectiveness. The research method used is descriptive analysis of the work and activities for data processing and settlement issues. From the analysis conducted in PT YME, OEE values obtained in August 2014, an average value of line 1 is 79.95% and the average line 2 is 75.48%. OEE value of line 1 ranges between 68.34% - 85.58% and for line 2 ranged between 54.95% - 83.91%. OEE value is still below 85% indicates that the performance of the machine, the operator and of methods that do not yet maximal. It needs to be improved to increase the value of OEE in order to achieve the standard that is > 85%. With OEE value is not stable, it will cause no guarantee of quality and quality of production. Therefore, companies need to make improvements in factor Set-Up losses were a contributing factor Losses greatest value among other factors in the Six Big Losses. Repairs carried out in five aspects That Man, Machine, Material, methods of work, and the environment. One is done Losses improvements in data collection and improvement in working methods, especially in SOP in general.

Keyword: Overall Equipment Effectiveness (OEE), Total Productive Maintenance (TPM), Availability Ratio, Performance Ratio, Rate of Quality, Six Big Losses.

PENDAHULUAN

Salah satu indikasi optimalnya kinerja suatu mesin adalah melalui data kerusakan yang terjadi pada mesin tersebut. Jam henti mesin yang disebabkan karena suatu kerusakan, biasa disebut dengan istilah downtime. Downtime menjadi salah satu faktor yang berpengaruh pada optimalisasi mesin produksi.

Kerugian perusahaan yang disebabkan oleh kinerja mesin sering disebut dengan *Six Big Losses*. Downtime termasuk dalam salah satu *Six Big Losses*. Kerugian yang ada di dalam *Six big losses* terdiri dari *Breakdown losses / Equipment failure, Set-Up and adjustment losses, idling and minor stoppages losses, Reduced speed losses, Process defect, Reduce yield Losses*. (Hegde1, 2009)

PT YME yang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang otomotif yaitu *spare part* motor. Keberhasilan kegiatan produksi dapat dipantau dari hasil produksi dan produk gagal yang dihasilkan. Pada bulan Agustus 2014 nilai produk gagal berada pada batas target *reject* (720 ppm) sehingga perlu dilakukan kegiatan perbaikan (Target *reject* bisa dilihat pada lampiran). Dengan kegiatan pemeliharaan mesin yang efektif diharapkan dapat mengurangi jumlah *reject* dan stop mesin saat kegiatan produksi. Kerusakan mesin dalam departement ini seringkali tidak terkontrol dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Nilai *downtime* mesin tinggi namun belum ada tindakan perbaikan yang ditetapkan untuk mengurangi *downtime*. Bahkan belum diketahui mesin mana saja yang menjadi mesin kritis untuk dilakukan pemeliharaan. Optimalisasi mesinpun tidak diperhitungkan karena kegiatan TPM belum dilakukan secara benar dalam perusahaan ini. Pemeliharaan mesin yang dilakukan sebatas pada tindakan *preventive* dan *corrective*. Untuk itu dilakukan analisa data *downtime* dari *departement engineering & maintenance*, ditentukan mesin yang menjadi mesin kritisnya, kemudian dilakukan pengukuran kinerja mesin di departement produksi dengan menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yang sesuai dengan prinsip-prinsip TPM.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, identifikasi masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut: Bagaimana kinerja mesin-mesin utama jika diukur dengan menggunakan metode OEE? Solusi dan tindakan perbaikan apa saja yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai efektivitas mesin jika dilakukan menggunakan prinsip-prinsip TPM?

Dalam penelitian ini ada beberapa tujuan yang ingin dicapai yaitu diantaranya adalah: melakukan pengukuran kinerja mesin dengan menghitung OEE, Menetapkan usaha perbaikan untuk meningkatkan produktivitas.

Mengingat luasnya cakupan pembahasan mengenai penerapan TPM di perusahaan maka penulis melakukan pembatasan masalah sebagai berikut: pengambilan data dilakukan pada periode Bulan Agustus 2014 di departement produksi PT YME, penentuan line produksi untuk dilakukan pengambilan data, tingkat produktifitas dan efisiensi mesin yang diukur adalah dengan menggunakan Metode OEE untuk mengukur kinerja mesin-mesin utama di *Production plant*, data dan analisa *Six Big Losses* belum termasuk data *Reduce speed Losses*, penelitian dilakukan hanya sampai pada tahap Pemberian saran dan hasil perbaikan, penelitian yang dilakukan tidak sampai pada pembahasan biaya.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian TPM (*Total Productive Maintenance*)

TPM Merupakan suatu sistem pemeliharaan mesin yang melibatkan semua departement termasuk operator produksi, pengembangan pemasaran dan administrasi. Penerapan TPM membutuhkan partisipasi dari semua element, dimulai dari manajemen puncak sampai karyawan di lini depan. Operator tidak hanya menjalankan mesin, tetapi

juga merawat mesin. *Total Productive Maintenance* (TPM) sebagai suatu pendekatan yang inovatif dalam maintenance dengan cara mengoptimasi keefektifan peralatan, mengurangi/menghilangkan kerusakan mendadak (*breakdown*) dan melakukan pemeliharaan mandiri oleh operator (*Autonomous Maintenance by Operator*).

Kata “Total” dalam *Total Productive Maintenance* mengandung tiga arti, yaitu: (Nakajima, 1988)

Total Effectiveness berguna untuk: menunjukkan bahwa TPM bertujuan untuk efisiensi ekonomi atau mencapai keuntungan, menjamin kesiapan alat/mesin cadangan dalam situasi darurat misalnya system pemadam kebakaran, menjamin keselamatan manusia yang menggunakan mesin/alat, memperpanjang umur pakai mesin/alat.

Total Maintenance System, meliputi pencegahan pemeliharaan (*maintenance prevention*), pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*), pemeliharaan berkala (*Periodic Maintenance*), perbaikan setelah kerusakan (*Breakdown Maintenance*), pemeliharaan perbaikan (*Corrective maintenance*), peningkatan (*Improvement*).

Total Participation of All Employees, meliputi *autonomous maintenance operator* melalui kegiatan suatu grup kecil (*small group activities*)

Secara umum di dalam TPM ada dua tujuan utama yaitu: menghilangkan cacat (*zero defect*) yaitu *zero inventory* untuk *spare part*, *zero defect*, *zero set up time*, *zero abnormalities*, *zero accident*. Menghilangkan gangguan mesin dan *equipmentnya* (*zero mechanical breakdown*) yaitu mengurangi kerusakan mesin, mengurangi kerusakan produk, dan kejadian negative lainnya.

Enam Kerugian Utama / Six Big Losses

Dalam perusahaan ada beberapa kerugian dalam perusahaan yang terkait dengan peralatan, yang biasa disebut *Six Big Losses*. Adapun *six big losses* adalah sebagai berikut yang digolongkan menjadi 3 macam:

Downtime Losses

Downtime Losses meliputi: *breakdown losses/Equipment failure* yaitu kerusakan mesin/peralatan yang tidak diinginkan yang menyebabkan kerugian pada perusahaan karena menimbulkan penurunan output, waktu yang sia-sia, atau *reject* dari barang produksi. Yang dapat digolongkan sebagai *equipment failure* antara lain: kerugian akibat gangguan (*Downtime*), menunggu faktor pendukung, tidak ada operator, pergantian shift.

Set-Up and adjustment losses

Kerugian *Set-up* dan *Adjustment* adalah kerugian yang ditimbulkan karena kegiatan *set-up* termasuk penyesuaian untuk mengganti suatu jenis produk berikutnya untuk proses produksi berikutnya. Yang termasuk di dalamnya adalah *set-up material* di mesin, *material shortages*, *operator shortages*, *major adjustment*, dan *warm-up time*.

Speed losses

Idling and minor stoppages losses.

Kerugian karena kejadian berhentinya mesin sejenak, kemacetan mesin, *idle time* mesin. Kerugian ini umumnya memakan waktu yang singkat serta tidak membutuhkan personal maintenance.

Reduced speed losses adalah kerugian yang timbul karena kecepatan aktual proses berada di bawah kecepatan optimal dari mesin. Sehingga hal ini menyebabkan proses produksi tidak berjalan dengan optimal.

Defect losses

Process defect

Kerugian yang timbul karena adanya produk yang cacat. Kecacatan produk menimbulkan kerugian material, pengurangan jumlah produksi, peningkatan limbahproduksi, dan penambahan waktu apabila dilakukan pengerjaan ulang pada produk yang cacat tersebut.

Reduce yield Loses/Start-up losses

Kerugian waktu dan material yang timbul selama proses produksi karena factor keadaan operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin, ketidaktahuan operator pada proses produksi yang dia jalankan.

OEE (Overall Equipment Effectiveness)

OEE adalah alat ukur yang digunakan dalam TPM, Dimana pengukuran dilakukan secara menyeluruh berdasarkan kerugian yang diperoleh karena adanya *six big losses*. Dalam Pengukuran OEE digunakan 3 paramater utama yaitu *Availability*> 90%, *Performance efficiency*>95 %, *Quality rate product*> 99%

Perhitungan parameter TPM dilakukan berdasarkan nilai dari *Six BigLosses* yang digambarkan oleh table berikut :

Tabel 1 Perhitungan Nilai OEE

	<i>Six Big Loses</i>	Perhitungan OEE
Downtime Loses	1 <i>Breakdown Loses</i>	$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$
	2 <i>Set Up Loses</i>	
Speed Loses	3 <i>Idling Time/Minor Stopages</i>	$Performance = \frac{net\ operating}{operating\ speed\ rate}$
	4 <i>Redused Speed Loses</i>	
Defect Loses	5 <i>Process Defect</i>	$Quality\ Rate = \frac{Operation\ Amount - Defect\ Amount}{Processes\ Amount} \times 100\%$
	6 <i>Reduced Yield Loses</i>	

Parameter dalam TPM :

Availability (Ketersediaan) adalah perbandingan aktual waktu operasi (*actual operation time*) dengan waktu pembebanan (*plane operating time*). Parameter ini menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan produksi. Formula yang digunakan dalam menghitung *availability* adalah :

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \tag{1}$$

Operation time adalah waktu mesin dalam keadaan siap pakai. *Operation time* diperoleh dari pengurangan *Loading time* dengan *Equipment downtime*. Hal ini dilakukan karena pada proses produksi, seringkali terjadi kerusakan yang menyebabkan *Losses Utility* mesin.

$$Operation\ Time = Loading\ Time - Equioment\ Failure \tag{2}$$

Loading time adalah waktu yang tersedia per hari atau perbulan(*Total availability*) dikurang dengan waktu *downtime* mesin yang direncanakan (*planned downtime*)

$$Loading\ Time = Total\ Availability - Planned\ Downtime \tag{3}$$

Performa efficiency (Efisiensi kerja/PE)

Performa efficiency merupakan rasio kuantitas produk yang dihasilkan jika dihitung menggunakan waktu siklus ideal terhadap waktu yang tersedia yang melakukan produksi (*operation time*). Dalam *performance efficiency* ada tiga factor penting yang perlu diketahui yaitu: *Ideal cycle time* (waktu siklus ideal), *Processed amount* (*jumlah produk yang dihasilkan*), *Operation time* (Waktu operasi mesin).

Operation speed rate (OSR)

Merupakan perbandingan antara kecepatan ideal mesin berdasarkan kecepatan mesin sebenarnya (*ideal cycle time*) dengan kecepatan mesin aktual (*actual cycle time*)

$$Operation\ Speed\ Rate = \frac{Ideal\ Cycle\ Time}{Actual\ Cycle\ Time} \tag{4}$$

Net operation rate

Merupakan perbandingan jumlah produk yang diproses (*process amount*) dikali *actual cycle time* dengan *operation time*. *Net operation time* berguna untuk menghitung rugi yang terjadi karena adanya penurunan kecepatan produksi atau *minor stoppages*.

$$Performance\ Efficiency = Net\ Operation \times Operating\ Cycle\ Time \tag{5}$$

$$Net\ Operation\ Rate = \frac{Processed\ Amount \times Actual\ Cycle\ Time}{Operating\ Time} \tag{6}$$

Sehingga dalam menghitung *performance efficiency* dapat disederhanakan menjadi seperti berikut:

$$Performance\ Efficiency = \frac{Processed\ Amount}{Operating\ Time} \times Ideal\ Cycle\ Time \tag{7}$$

Quality rate

Merupakan kemampuan suatu mesin untuk menghasilkan produk untuk memenuhi target produksi. *Quality rate* merupakan rasio antar produksi sesuai standart dan total produksi. Secara matematis, *Quality rate* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Quality\ Rate = \frac{Process\ amount - defect\ Amount}{Processes\ Amount} \times 100\% \tag{8}$$

$$Net\ Operation\ Rate = \frac{Processed\ Amount \times Actual\ Cycle\ Time}{Operating\ Time} \times 100\% \tag{9}$$

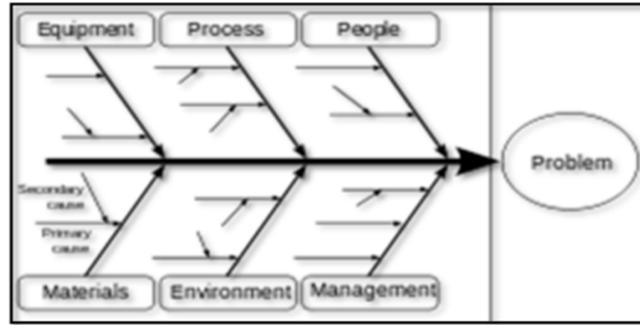
$$Performance\ Efficiency = Net\ Operation \times Operation\ Speed\ Rate \tag{10}$$

Kerugian-kerugian yang dapat menurunkan tingkat kualitas ini dan merupakan factor yang perlu diperhatikan dalam perhitungan adalah: *Quality Reject* dan *Rework*.

Fish Bone Diagram (diagram Tulang ikan)

Fungsi dasar diagram *Fishbone/Cause effect* adalah untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab-penyebab yang mungkin timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya. Pengidentifikasi dilakukan dengan melakukan pendekatan terstruktur yang memungkinkan adanya analisis secara terperinci.

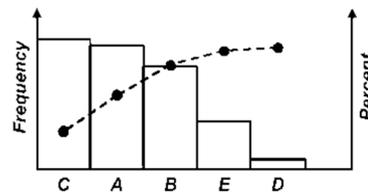
Ada 5 faktor utama yang dianalisa di menggunakan fish bone: Manusia (*man*), Metode Kerja (*work method*), Mesin/Alat (*machine/equipment*), Material/Bahan (*material*) dan Lingkungan (*environment*).



Gambar 1. Analisa Fish-Bone

Diagram pareto

Diagram Pareto adalah salah satu jenis diagram yang terdiri dari diagram batang (*bars graph*) dan diagram garis (*line graph*). Diagram batang memperhatikan klasifikasi dan nilai data, sedangkan diagram garis mewakili total data kumulatif. Klasifikasi data diurutkan dari kiri ke kanan menurutrangking tertinggi hingga terendah data. Rangking tertinggi merupakan data prioritas. Tujuan dari diagrampareto adalah untuk memperjelas factor yang paling penting dari beberapa factor yang ada.



Gambar 2. Diagram Pareto

Landasan pelaksanaan TPM

Dalam pelaksanaan TPM dilandasi oleh semangat 5S/5R/5P yaitu :5S merupakan suatu budaya bagaimana seseorang memperlakukan tempat kerja secara benar sehingga dapat menciptakan kemudahan dalam bekerja.

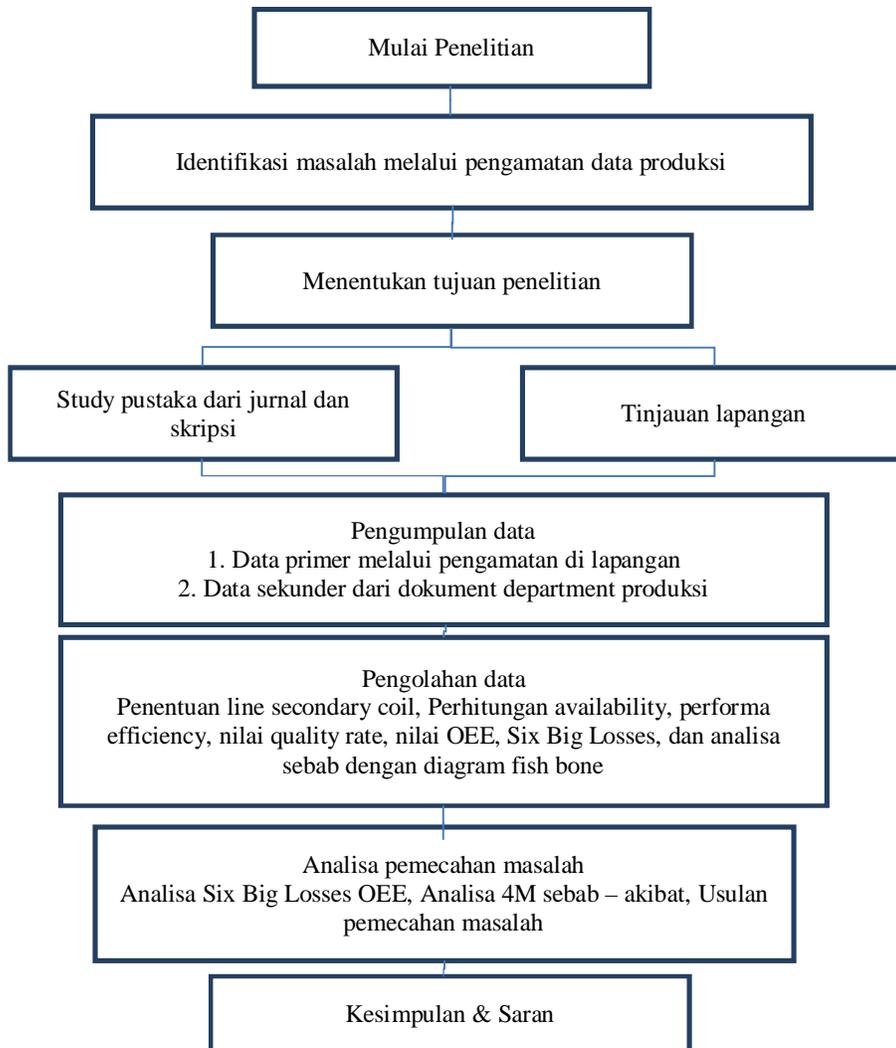
METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan urutan proses dalam penelitian yang akan dilakukan oleh penulis, metode penelitian yang diambil dalam penelitian ini merupakan metode deskriptif. Metode deskriptif dikelompokan menjadi 6 yaitu:

Metode survey: penyelidikan yang diadakan untuk memperoleh fakta-fata dari gejala-gejala yang ada dan mencari keterangan-keterangan secara *factual*, baik tentang institusi sosial, ekonomi, atau politik dari suatu kelompok ataupun suatu daerah. Metode diskriptif berkesinabungan: adalah kerja meneliti secara diskriptif yang dilakukan secara terus menerus atas suatu obyek penelitian.

Metode studi kasus terdiri dari: metode analisis pekerjaan dan aktivitas (*Job analysis*) meneliti secara terperinci aktivitas dan pekerjaan manusia , dan hasil penelitian tersebut dapat direkomendasikan untuk keperluan masa yang akan datang. Metode studi komperatif: penelitian diskriptif yang ingin mencari jawab secara mendasar tentang sebab-akibat, dengan menganalisa factor penyebab terjadinya ataupun munculnya suatu fenomena tertentu.

Metode studi gerakan dan waktu: metode diskriptif yang berusaha menyelidiki efisiensi produksi dengan mengadakan studi yang mendetail tentang penggunaan waktu serta perilaku pekerja dalam proses produksi. Berikut merupakan diagram alir metode penelitian yang dilakukan.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Mesin Produksi

Data Mesin produksi berdasarkan kapasitas setiap mesin dalam pembuatan produk. Pengambilan data mesin dari *line secondary coil* untuk *line sub assy*, berikut merupakan data *cycle time* dari mesin produksi :

Tabel 2 Data cycle time mesin

Nama Proses	Cycle Time (Menit)	Man Power	Kapabilitas Jumlah Produksi	
			Shift 1	Shift 2
<i>Insert Terminal</i>	0,13		3	2908
<i>Winding Secondary</i>	0,13	1	3323	2908
<i>Winding Secondary</i>	0,13			
<i>Winding Secondary</i>	0,13			
<i>Manual Solder</i>	0,13	1	3323	2908

Perhitungan Availability

Availability menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan produksi. Formula yang digunakan dalam menghitung *availability* adalah :

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

Operation time diperoleh dari

$$Operation\ Time = Loading\ time - Downtime$$

Loading time adalah waktu yang tersedia per hari dikurangi dengan waktu *downtime* yang telah direncanakan oleh perusahaan. (*planned downtime*).

$$Loading\ Time = Available\ Time - Planned\ Downtime$$

$$Available\ time = (480+420) = 900\ \text{menit}$$

Perhitungan Performance Efficiency

Performace efficiency merupakan rasio kuantitas produk yang dihasilkan jika dihitung menggunakan waktu siklus ideal terhadap waktu yang tersedia yang melakukan produksi (*operation time*).

$$Performa\ effeciency = \frac{Process\ amount}{(operating\ time\ x\ ideal\ cycle\ time)} \times 100\%$$

$$= \frac{(shift\ 1+shift\ 2)}{(717\ x\ 0.13)} \times 100\%$$

$$= \frac{(2200+2700)}{(717\ x\ 0.13)} \times 100\% = 87.50\ \%$$

Perhitungan Quality Rate Produk

Quality rate merupakan rasio antar produksi sesuai standart dan total produksi. Secara matematis, *Quality rate* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$QualityRate = \frac{processamount - defectamount}{processesamount} \times 100\%$$

Perhitungan Nilai OEE

Nilai OEE merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk menilai performa dari peralatan. Perhitungan OEE dapat diperoleh dengan Rumus sebagai berikut :

$$OEE = Aвалиability \times Performance\ rate \times Quality\ rate$$

$$OEE\ Line\ 1 = 83.68\ \% \times 87.5\ \% \times 98.9\ \% = 72.41\ \%$$

Berikut merupakan data perhitungan nilai OEE yang didapat dari pengalian ketida faktor berdasarkan data yang sudah ada dalam bentuk tabel :

Tabel 3 Nilai OEE line 1

<i>Date</i>	<i>Mesin Line 1</i>	<i>Availability (%)</i>	<i>Performance Efficiency (%)</i>	<i>Quality Rate (%)</i>	<i>OEE (%)</i>
4	Secondary Coil	83,68	87,50	98,90	72,41
5	Secondary Coil	79,1	93,22	98,97	73,04
6	Secondary Coil	86,88	88,46	99,28	76,29
7	Secondary Coil	89,48	92,32	99,33	82,05
8	Secondary Coil	87,92	96,27	99,33	84,07
11	Secondary Coil	86,45	84,89	99,47	73,00
12	Secondary Coil	92,92	91,82	99,37	84,77
13	Secondary Coil	93,73	90,30	99,62	81,62
14	Secondary Coil	92,29	91,70	99,49	84,20
15	Secondary Coil	90,94	93,81	99,32	84,73
18	Secondary Coil	87,85	91,89	99,29	80,15
19	Secondary Coil	83,65	96,33	99,26	79,98
20	Secondary Coil	88,13	92,41	99,50	81,03
21	Secondary Coil	90,52	89,76	99,50	80,84
22	Secondary Coil	90,67	76,07	99,08	68,34
25	Secondary Coil	90,32	95,18	99,54	85,58
26	Secondary Coil	90,73	94,40	99,42	85,15
27	Secondary Coil	86,46	94,76	99,40	81,44
28	Secondary Coil	86,67	96,09	99,50	82,86
29	Secondary Coil	83,11	93,09	99,31	77,47

Tabel 4 Nilai OEE line 2

<i>Date</i>	<i>Mesin Line 1</i>	<i>Availability (%)</i>	<i>Performance Efficiency (%)</i>	<i>Quality Rate (%)</i>	<i>OEE (%)</i>
4	Secondary Coil	82.41	71.90	98.85	59
5	Secondary Coil	79.93	89.71	99.21	71
6	Secondary Coil	84.67	98.85	99.53	83
7	Secondary Coil	92.89	59.87	98.81	55
8	Secondary Coil	87.22	70.80	98.99	61
11	Secondary Coil	94.84	81.97	99.29	77
12	Secondary Coil	90.31	78.89	99.26	71
13	Secondary Coil	92.08	81.99	99.37	75
14	Secondary Coil	92.81	88.74	99.36	82
15	Secondary Coil	92.40	86.44	99.41	79
18	Secondary Coil	86.56	96.15	99.49	83
19	Secondary Coil	86.67	97.36	99.45	84
20	Secondary Coil	83.96	90.82	99.61	76
21	Secondary Coil	86.77	93.54	99.60	81
22	Secondary Coil	84.17	97.28	99.54	82
25	Secondary Coil	87.53	93.13	99.62	81
26	Secondary Coil	89.48	81.47	99.57	73
27	Secondary Coil	78.54	99.53	99.49	78
28	Secondary Coil	86.25	94.75	99.59	81
29	Secondary Coil	79.48	99.76	99.56	79

Perhitungan Six Big Losses

Dari data yang diperoleh untuk bulan Agustus 2014 selama satu bulan pengambilan data, OEE yang didapatkan masih belum mencapai target yang sudah ditentukan oleh manajemen yaitu 90%. Hal ini sebagai indikasi bahwa pelaksanaan TPM dalam perusahaan belum maksimal sehingga nilai OEE yang ditargetkan masih belum tercapai. Berikut pembagian faktor penyebab turunnya OEE dari proses *secondary coil*:

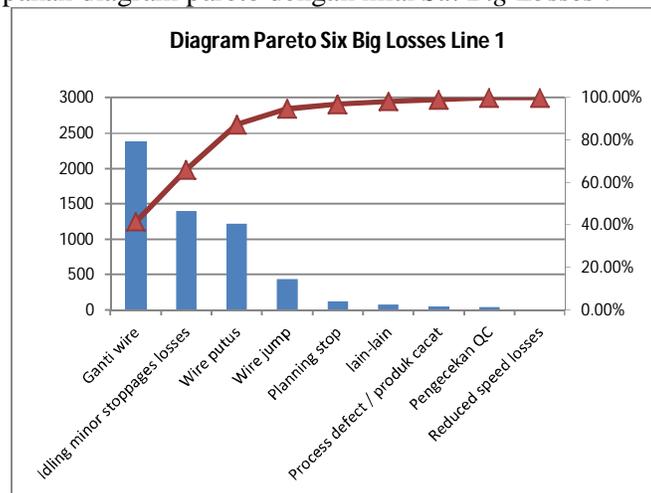
Tabel 5. Six Big Losses line 1

Six Big Losses Line 1		Total Time (menit)	Percentase (%)	Kumulatif (%)	
Down time Losses	Set-up Losses	Ganti Wire	2380	41,60	41,60
		Planning Stop	120	2,10	43,70
	Breakdown Losses	Wire Putus	1220	21,33	65,03
		Wire Jump Lain-lain	429 75	7,50 1,31	72,53 73,84
Speed Losses	Idling Minor Stoppages	Idling Minor Stoppages Losses	1398	24,44	98,28
	Reduced Speed Losses	Reduced Speed Losses	0	0,00	98,28
Defect Losses	Proses Defect	Process Defect/Produk Cacat	52	0,90	99,18
	Reduce Yeild Losses	Pengecekan QC	47	0,82	100,00

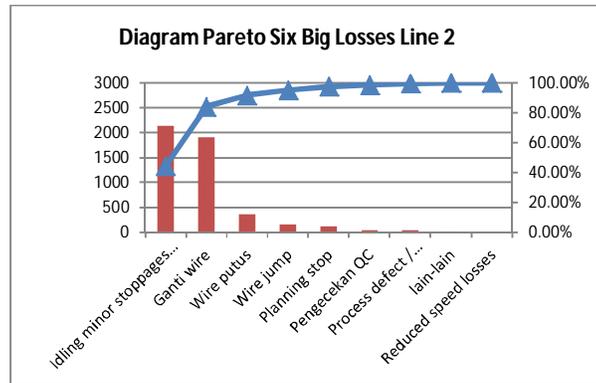
Tabel 6 Six Big Losses line 2

Six Big Losses Line 1		Total Time (menit)	Percentase (%)	Kumulatif (%)	
Down time Losses	Set-up Losses	Ganti Wire	1904	39,59	39,59
		Planning Stop	120	2,50	42,09
	Breakdown Losses	Wire Putus	370	7,69	49,78
		Wire Jump Lain-lain	159 20	3,31 0,42	53,09 53,50
Speed Losses	Idling Minor Stoppages	Idling Minor Stoppages Losses	2146	44,63	98,13
	Reduced Speed Losses	Reduced Speed Losses	0	0,00	98,13
Defect Losses	Proses Defect	Process Defect/Produk Cacat	43	0,90	99,03
	Reduce Yeild Losses	Pengecekan QC	47	0,97	100,00

Dan berikut merupakan diagram pareto dengan nilai Six Big Losses :



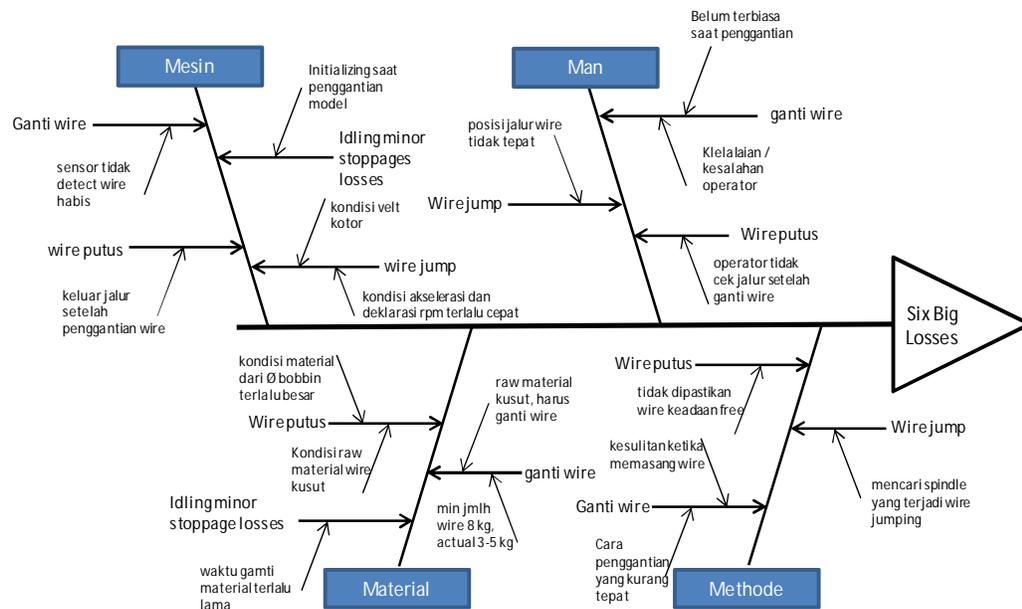
Grafik 1 Diagram pareto line 1



Grafik 2 Diagram pareto line 2

Diagram Sebab Akibat (Fish Bone Diagram & Why-Why Analysis)

Dari data yang menempati 80% dari *six big losses* menjadi prioritas utama untuk analisa dan mencari pemecahannya dan mencari masalah yang segera diatasi. Berikut merupakan hasil analisa *fish bone*:



Gambar 3. Analisa Fish-Bone

Berikut merupakan hasil analisa dengan metode *why-why analysis*: berdasarkan dari *why-why analysis* yang dilakukan pada *line 1* dan *line 2* setelah pengamatan yang dilakukan. Harus ada aktifitas perbaikan untuk meningkatkan nilai OEE, data dari *why-why analysis* ini berdasarkan dari nilai *Six big losses* yang didapatkan.

Tabel 7. *Why-Why Analysis*

1	Ganti Wire	Setelah penggantian <i>wire</i> tidak dilakukan pengecekan <i>route</i>	Operator lali setelah penggantian selesai dilakukan	Belum terbiasa melakukan penggantian <i>wire</i>
		Kesulitan saat pemasangan <i>wire</i>	<i>Wire</i> sangat kecil dan hampir tidak terlihat	Penerangan yang kurang di area mesin
		Sering melakukan pergantian <i>wire</i>	Berat <i>raw material</i> tidak sesuai standart	
2	Wire putus	Terjadi setelah ganti <i>wire</i> dilakukan	Tidak sesuai rute <i>wire</i> yang sudah ada	Pengecekan tidak dilakukan
		<i>Wire</i> dari <i>raw material</i> sudah kusut	Pengecekan dilakukan secara <i>sampling</i>	
		Hasil <i>winding</i> tidak rata	<i>Jig</i> sudah tidak sesuai lagi dengan diameter bobbin	Pengecekan dilakukan ketika terjadi masalah
3	Wire Jump	<i>Wire</i> tidak masuk pada <i>hook pin</i>	Salah memasukkan <i>route wire</i>	
		Tidak ada <i>tension</i> saat akan selesai proses	Kondisi <i>velt</i> yang kotor menyebabkan <i>wire loose</i>	
		Kebingungan saat mencari <i>spindle</i> saat <i>wire jump</i>		
4	Idling Minor Stopages Losses	Proses pergantian model lebih dari 3x	Perlu <i>initializing</i> setiap pergantian <i>model</i>	Tidak dilakukan pendataan saat <i>initializing</i>
		Tidak ada pendataan waktu jika problem mesin	Waktu kurang dari 2 menit	

Analisa 4M Sebab–Akibat

Dalam analisa sebab–akibat ini untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadi menurunnya nilai OEE. Dari data yang sudah didapatkan, perlu ada pembagian antara *line 1* dan *line 2*. Dimana nilai terbesar untuk *line 1* merupakan nilai dari *set-up losses* kemudian *speed losses*, sedangkan untuk *line 2* nilai terbesar yang mempengaruhi *effectiveness* merupakan *speed losses* lalu *set-up losses*. Berikut merupakan analisa dari faktor *set-up losses* dan *speed losses* untuk *line 1* dan *line 2*:

Mesin

Kondisi ketiga mesin ini sudah terintegrasi satu sama yang lain. Penghubung mesin satu dengan mesin tiga menggunakan *conveyor*, operator hanya berada di proses *Insert Terminal*. Jika salah satu mesin terjadi kerusakan yang bersifat sementara, maka pengiriman produk ke mesin berikutnya akan terganggu.

Kondisi sensor tidak deteksi saat *wire* sudah habis, menyebabkan saat penggantian *wire* yang baru memerlukan waktu yang lebih lama. Kondisi *velt* yang berfungsi sebagai penahan *wire* supaya tidak *loose* (kendor) tidak tepat saat setelah penggantian *wire*. Hal ini menyebabkan terjadinya *wire* putus ditengah proses dan menyebabkan berhentinya mesin. Tidak sesuai jadwal saat penggantian *velt*, yang seharusnya dilakukan setiap minggu, sehingga terjadi *wire jump* ketika saat proses *winding*. Percepatan dan perlambatan putaran mesin berpengaruh saat proses *winding*, kondisi percepatan dan perlambatan yang terlalu cepat mengakibatkan *wire jump* terjadi. Tetapi percepatan dan perlambatan yang terlalu lambat juga tidak tercapainya mesin time. Kondisi saat persiapan mesin ketika ganti model, mesin harus melakukan *initializing*. Proses tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama, tetapi operator tidak melakukan pencatatan waktu yang semestinya. Hal ini merupakan penyebab *idling minor stopages losses* menjadi naik terutama untuk *line 2*. Seringnya terjadi *wire jump* untuk mesin di *line 1* membuat tingginya nilai *idling minor stopages*

losses, operator tidak melakukan pencatatan waktu karena hanya membutuhkan waktu kurang dari 1 menit untuk melakukan perbaikan.

Man (Manusia)

Tidak terbiasanya saat penggantian *wire* dikarenakan ada operator baru yang masuk menyebabkan lama penggantian *wire* tidak sesuai waktu yang diharapkan. Kesalahan operator saat penggantian *wire* masih sering terjadi meskipun sudah ada *working intruction* penggantian *wire*. Kesalahan saat pemasangan *wire* ini mengharuskan operator memasang ulang saat ganti *wire*, sehingga waktu yang diperlukan semakin lama. Operator tidak melakukan pengecekan ulang setelah ganti *wire*, terjadinya *wire* putus saat tengah proses masih sering terjadi karena *wire* yang dimasukkan tidak masuk jalur yang seharusnya. Posisi *wire* yang kurang tepat, seperti peletakan *velt* miring juga mempengaruhi terjadinya *wire jump*.

Material

Kondisi diameter *inner* dari *bobbin* terlalu besar terhadap *jig*, sehingga saat proses *winding* dengan rpm yang tinggi, *bobbin* tidak stabil dan menyebabkan hasil *winding* tidak teratur, sehingga *wire* akan putus saat proses. *Raw material* dari *wire* sudah kusut, menyebabkan *tension wire* tidak stabil dan memungkinkan terjadinya putus ditengan proses. Berat total dari *raw material wire* yang terlalu sedikit/*underweight* (3-5 kg) yang seharusnya standart 8 kg, membuat tingginya intensitas untuk ganti *wire* dan membutuhkan waktu yang lebih lama.

Metode

Cara penggantian *wire* masih banyak tindakan yang tidak berguna, karenanya terjadi peningkatan waktu saat penggantian *wire*. Diameter *wire* yang sangat kecil (0.05 mm) membuat *wire* susah untuk terlihat, memerlukan waktu yang lama untuk memasukan *wire* ke jalur yang sudah tersedia. Tidak memastikan *wire* dalam keadaan *free*/bebas (tidak ada yang terjepit), dalam kondisi tertentu *wire* tidak dalam keadaan *free* dan mengakibatkan *wire* kembali putus dan harus memasang lagi. Perlu ada metode tertentu untuk penanganan *wire jump*, dalam hal ini operator masih bingung dan mencari-cari untuk *spindle* yang terjadi *wire jump*. Dari hasil analisa 4M yang telah dilakukan, perbaikan dilakukan berdasarkan 4 faktor dari analisa tersebut, diantaranya: faktor perbaikan mesin, faktor perbaikan untuk manusia, faktor perbaikan untuk material dan juga faktor perbaikan dari metode.

Data OEE Setelah Perbaikan/Improvement

Dari data yang diperoleh setelah melakukan perbaikan/*improvement* terhadap *line* produksi *secondary coil* sesuai dengan *schedule* perbaikan, maka pengambilan data dilakukan pada bulan Januari 2015.

Data nilai OEE yang diperoleh di *line 1 secondary coil* dengan rata-rata nilai OEE 83,87%, nilai tersebut meningkat 3,92% dari nilai OEE bulan agustus 2014 dengan nilai rata-rata OEE 79,95%. Dari nilai *Availability* dengan nilai rata-rata 92,02%, nilai tersebut meningkat 4,16% dari bulan agustus 2014 dengan nilai rata-rata 87,93%. Nilai *performance effeciency* dengan nilai rata-rata 91,71%, nilai ini meningkat 0,15% dari bulan agustus 2014 dengan nilai rata-rata 91.55%. Nilai *quality rate product* dengan nilai rata-rata 99,58%, nilai tersebut meningkat 0,24% dari bulan agustus 2014 dengan rata-rata nilai 99,34%. Dari data nilai OEE untuk *line 2* diperoleh dengan nilai rata-rata 81,50%, nilai tersebut meningkat 6,02% dari bulan agustus 2014 dengan nilai rata-rata 75,48%. Dari nilai *availability* dengan nilai rata-rata 93,31%, nilai tersebut meningkat 6,39% dari bulan agustus 2014 dengan nilai rata-rata 86,92%. Nilai dari *perfomance effeciency* diperoleh dengan nilai rata-rata 87,70%, nilai ini meningkat 0,05% dari bulan agustus 2014 dengan

nilai rata-rata 87,65%. Nilai dari *quality rate product* dengan nilai rata-rata 99,60%, nilai tersebut meningkat 0,22% dari bulan agustus dengan nilai rata-rata 99,38%.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil analisa yang dilakukan, diperoleh nilai OEE pada bulan agustus 2014 untuk nilai rata-rata *line 1* adalah 79,95% dan rata-rata *line 2* adalah 75,48%. Nilai OEE yang masih dibawah dari 85% menunjukkan bahwa kinerja mesin, operator maupun dari metode yang dilakukan masih belum maksimal. Hal tersebut perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan nilai OEE agar bisa mencapai nilai standart yaitu >85%. Berdasarkan data yang dihasilkan *Six Big Losses*, yang menjadi penyebab utama penurunan nilai OEE merupakan *set-up losses* 43,70%, *breakdown losses* 28,83% dan *Speed losses (idling minor stoppages)* yang mencapai nilai 24,44% untuk *line 1*. Dan untuk *line 2* nilai yang tertinggi adalah *Speed losses (idling minor stoppages)* dengan nilai 44,63%, *set-up losses* 42,09% dan nilai *breakdown losses* 11,42%. Berdasarkan nilai tersebut nilai *set-up losses* untuk *line 1* dan *speed losses* untuk *line 2* menjadi faktor utama yang perlu dilakukan perbaikan. Usulan perbaikan berdasarkan 4 M sudah dilakukan untuk meningkatkan nilai OEE untuk *line 1* dan *line 2*. Usaha perbaikan memerlukan partisipasi dari department produksi, department QA QC, *department maintenance* dan *department engineering*. Dari usulan perbaikan yang telah dilakukan, terjadi peningkatan untuk nilai OEE di *line 1* dan *line 2*. Terjadi peningkatan nilai OEE untuk *line 1* dari rata-rata 79,95% menjadi 83,87% meningkat 3,92%, dan untuk nilai OEE *line 2* dari rata-rata 75,48% menjadi 81,56% meningkat 6,02%. Dari data 4M sebab-akibat, faktor mesin sangat berpengaruh untuk kelancaran proses produksi, jika terjadi penyimpangan atau kegagalan dapat terdeteksi dari analisa 4M sebab-akibat tersebut. Akan tetapi perlu diperhatikan untuk faktor *Man*, perlu adanya pelatihan supaya meningkatkan SDM yang berkualitas. Serta harus menjalankan SOP yang harus diterapkan dengan baik supaya dapat mengurangi tingkat kesalahan yang menyebabkan *downtime mesin*. Perlu ada komitmen dari seluruh department dan karyawan untuk melaksanakan prinsip 5S sebagai penunjang kegiatan TPM.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyas. Modul 10. Analisa Data (Bagian Pertama): Metode Pengumpulan Data. Universitas Mercubana.
- Fadillah, Rizki. Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Sebagai Dasar Optimasi Produktivitas: Studi Kasus Di PT *Sweet Candy* Indonesia, *Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor*.
- Ginting, S. M. 2007. *Perawatan Dengan Menggunakan Metode Total Productive Maintenance (TPM) Di PT. Alumunium Extrusion Indonesia (Alexindo)*, Tugas Akhir Fakultas Teknologi Industri. Universitas Gunadarma.
- Mobley ,R. K, dkk. 2008. *Maintenance Engineering Handbook*. Seventh Edition. USA. 2008.
- Nakajima, Seiichi, *Introduction to TPM Total Productive Maintenance*. Productivity Press, Inc. Cambridge-Massachusetts, 1988.
- Nazir, Mohammad . 2003. *Metode Penelitian*. Cetakan Ke-5. Jakarta: Ghalia Indonesia. 2003.
- _____ . Agustus *Metode Penelitian*. Cetakan Ke-3. Jakarta: Ghalia. 2003.