

PERENCANAAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) MENGGUNAKAN *SIX BIG LOSSES* DAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) PADA LINI Z DI PT.PINDAD TUREN

Priska Putri Fadlilah, Tjuk Oerbandono, Rudianto Raharjo

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145-Telp (0341) 567886
E-mail: fadlilapriska@gmail.com

ABSTRAK

PT. Pindad Turen adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur khususnya manufaktur munisi. Dalam melakukan proses produksinya terdapat beberapa kendala yang dapat menghambat seperti: jam breakdown, cacat produk, setting mesin, sedangkan perawatan yang dilakukan di PT.Pindad Turen hanya perawatan yang bersifat ringan dan perawatan saat mesin mengalami kerusakan saja. Oleh karena itu perlu dilakukan manajemen perawatan yang baik untuk meningkatkan efektivitas mesin. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang kesesuaian faktor-faktor yang menentukan kebutuhan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan kondisi perusahaan dan melihat faktor mana dari six big losses dan dengan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang mempengaruhi terjadinya penurunan efektivitas mesin pada mesin produksi di Lini Z di PT. Pindad Turen. Sehingga penelitian ini akan memberikan usulan perbaikan efektivitas dan efisiensi mesin dari keenam faktor six big losses. Analisis yang digunakan adalah analisis menggunakan diagram pareto, diagram sebab-akibat dan perhitungan statistik menggunakan MTTF (*Mean Time to Failure*). Hasil dari perhitungan OEE pada Lini Z adalah Mesin *Drawing* (I-II) 59,87%, Mesin *Cutting* 54,13%, Mesin *Press* (I-II) 57,98%, Mesin *Forming* (I-II) 65,96%, Mesin *Grooving* 45,20%, dan Mesin *Drilling* 42,93%, sedangkan hasil perhitungan losses pada mesin *Drilling* dapat diurutkan dari yang terkecil yaitu: *process defect* (0,32%), *breakdown losses* (1,62%), *setup and adjustment losses* (12,61%), dan *reduced losses* (85,45%). Rancangan penerapan TPM yang dilakukan adalah berdasarkan pilar-pilar TPM untuk meningkatkan efektivitas mesin pada Lini Z.

Kata kunci: TPM, OEE, six big losses

ABSTRACT

Pindad Turen is a manufacturing company specializing in the manufacture of munitions. In the production process, there are some obstacles that may disrupt the production process, such as: breakdown period, product defects, and production machine setup meanwhile the maintenance processes that are done at Pindad Turen are only light maintenance and breakdown maintenance. Therefore, a maintenance management and planning needs to be done in order to increase the effectiveness of the production machines. This research is conducted to acquire a view regarding the compatibility of factors that determines the need of Total Productive Maintenance (TPM) application in the company's current condition and observing which factor from the six big losses and by the calculation of Overall Equipment Effectiveness (OEE) that affects the decrease of effectiveness on the production machine on Line Z at Pindad Turen Henceforth, this research will propose an idea to increase the effectiveness and efficiency of production machines in accordance to the six big losses factor. The method of analysis will be done using a pareto diagram, a cause and effect diagram, and a statistical calculation using MTTF (Mean Time to Failure). The results of OEE calculation on Line Z is: Drawing Machine (I-II) 59,87%, Cutting Machine 54,13%, Press Machine (I-II) 57,98%, Forming Machine (I-II) 65,96%, Grooving Machine 45,20%, and Drilling Machine 42,93%, while the results of losses calculation on the Drilling Machine can be arranged from the smallest value, is: process defect (0,32%), breakdown losses (1,62%), setup and adjustment losses (12,61%), and reduced losses (85,45%). The TPM application plan that is done is based on the TPM pillars to increase the effectiveness of the machine on Line Z.

Keyword: TPM, OEE, six big losses

PENDAHULUAN

Dalam memenuhi kebutuhan konsumen PT. Pindad melakukan peningkatan dalam fasilitas produksinya dengan meningkatkan kinerja mesin, namun tetap saja mesin mengalami kerusakan. Untuk itu perlu adanya analisis penyebab terjadinya

kerusakan dan proses pemeliharaan mesin yang baik. Perawatan yang dilakukan masih bersifat standar kerja, yaitu hanya melakukan pembersihan mesin serta memperbaiki atau mengganti komponen mesin pada saat rusak dan penggantian oli saja. Hal ini tentu akan membuat suatu

mesin akan mudah rusak dan efektifitas mesin tidak akan terjaga dengan baik.

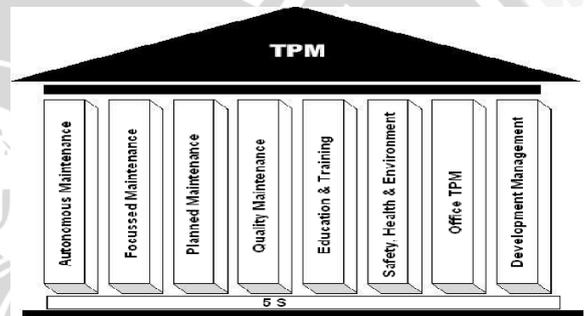
Penelitian ini di fokuskan pada PT. Pindad Turen-Malang yang bergerak dalam pembuatan munisi. Dimana Lini yang akan di teliti adalah Lini Z. Pada proses produksi (*metal forming*) di Lini Z terdapat beberapa mesin yang berjalan. Mesin-mesin pada Lini tersebut hanya ada 1 setiap prosesnya, jadi saat terjadi kerusakan maka akan menghentikan proses produksi.

Penelitian lain yang mendasari penelitian ini adalah Rinawati dan Dewi (2014) tentang Penerapan *Total Productive Maintenance (TPM)* dengan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan *six big losses* pada mesin *Cavitec VD-02 PT*. Essentra Surabaya selama periode Agustus 2013-Januari 2014 diperoleh nilai OEE berkisar antara 12,7074541% sampai 44,327957%. Kerugian dominan yang menyebabkan rendahnya nilai OEE pada mesin *Cavitec VD-02* adalah *idling and minor stoppage loss*, dengan total *time losses* 952,99 jam atau 41,077% dari keenam faktor *six big losses*. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang kesesuaian faktor-faktor yang menentukan kebutuhan penerapan *Total Productive Maintenance (TPM)* dengan kondisi perusahaan dan melihat faktor mana dari *six big losses* dan dengan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang mempengaruhi terjadinya penurunan efektifitas mesin pada mesin produksi di Lini Z di PT. Pindad. Sehingga penelitian ini akan memberikan usulan perbaikan efektifitas dan efisiensi mesin dari keenam faktor *six big losses*.

TPM merupakan pencapaian efisiensi pemeliharaan mandiri melalui satu sistem yang lengkap berdasarkan keikutsertaan seluruh karyawan. Selain itu, TPM gabungan dari beberapa ilmu tingkah laku (manusia dan mesin), rekayasa sistem, ekologi (perubahan mesin), dan logistik (Shirose, 2000).

Rancangan penerapan TPM yang dilakukan berdasarkan dari pilar-pilar TPM yang disesuaikan dengan faktor-faktor kesesuaian perusahaan. Berikut adalah pilar-pilar TPM (Ahuja, 2011). Yang mendasari kedelapan pilar *Total Productive Maintenance* adalah 5S, sedangkan delapan pilar lainnya yaitu:

1. *Autonomus Maintenance*;
2. *Focussed Maintenance*;
3. *Planned Maintenance*;
4. *Quality Maintenance*;
5. *Education and Training*;
6. *Safety, Health, and Environment*;
7. *Office TPM*;
8. *Development Management*.



Gambar 1. Pilar TPM

Sebelum melakukan perencanaan sistem TPM, terlebih dahulu melakukan perhitungan efektifitas mesin menggunakan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* (Ahuja, 2011)

$$OEE = A \times PE \times RQ$$

dengan menghitung nilai:

Availability:

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

Performance efficiency:

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

Rate of quality:

$$RQ = \frac{\text{Processed amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\%$$



Setelah melakukan perhitungan efektivitas mesin, dapat mengetahui kerugian dari mesin *drilling* dengan menggunakan perhitungan *six big losses*.

1. *Equipment failures (breakdown losses)*

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2. *Setup and adjustment losses*

$$\text{Setup and adjustment losses} = \frac{\text{Total setup and adjustment time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

3. *Idling and minor stoppage losses*

$$\text{Idling and minor stoppage losses} = \frac{\text{non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

4. *Reduced speed*

$$\begin{aligned} \text{Reduced losses} &= \frac{\text{operating time} - \text{ideal production time}}{\text{loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{operating time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{product})}{\text{loading time}} \times 100\% \end{aligned}$$

5. *Process defect*

$$\text{Process defect} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{defect product}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

6. *Yield losses*

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{defect product}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

METODE

Penelitian dilakukan di PT. Pindad Turen-Malang pada bulan Februari 2016-Maret 2016. Obyek penelitian ini adalah mesin produksi (*metal forming*) Lini Z. Perhitungan OEE dilakukan pada semua mesin produksi Lini Z dari mesin *stretch I* sampai mesin *drilling*, sedangkan mesin yang akan dianalisis kerusakan adalah mesin *drilling*. Data yang diambil ada data pada periode Mei 2015-Desember 2015.

Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung ke perusahaan dan mewawancarai berbagai pihak yang berwenang dan berhubungan dalam perawatan mesin.

Pengolahan data yang dilakukan adalah dengan menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin produksi Lini Z, perhitungan *losses* mesin *drilling* menggunakan perhitungan *six big losses*, analisis kerugian menggunakan diagram pareto, diagram sebab-akibat, dan perhitungan statistik MTTF (*Mean Time to Failure*) untuk melakukan perancangan *Total Productive Maintenance* (TPM)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan OEE

Untuk menghitung efektifitas mesin pada Lini Z terlebih dahulu menghitung nilai *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*. Berikut hasil perhitungannya:

Tabel 1. Nilai *availability* Lini Z periode Mei 2015-Desember 2015

Bulan	Mesin					
	Drawing (I-II)	Cutting	Press (I-II)	Forming (I-II)	Grooving	Drilling
Mei	92,33	92,76	90,48	92,63	92,81	92,56
Juni	91,17	92,69	92,82	92,82	92,78	91,59
Juli	92,75	92,44	92,12	92,61	92,79	92,86
Agustus	89,80	92,86	92,86	92,86	86,77	92,77
September	92,86	92,68	92,86	92,86	92,76	90,52
Oktober	84,82	92,86	92,24	82,80	92,83	89,71
November	92,36	92,86	88,13	92,48	92,74	92,74
Desember	92,72	92,86	82,14	92,86	92,86	92,86

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai *availability* pada periode Mei 2015-Desember 2015 tidak semua mesin sesuai dengan standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yang bernilai 90% (Nakajima, 1998) dikarenakan mesin-mesin tersebut mengalami *breakdown* yang besar, sebaliknya beberapa dari mesin-mesin tersebut sudah sesuai standart dikarenakan mengalami *breakdown* yang kecil.

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan nilai *performance efficiency* Lini Z pada periode Mei 2015-Desember 2015 masih dibawah standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yang bernilai 95% (Nakajima, 1998). Dikarenakan performa mesin dan waktu yang tersedia tidak maksimal sehingga target mesin tidak tercapai.

Tabel 2. Nilai *Performance Efficiency* Lini Z periode Mei 2015-Desember 2015

Bulan	Mesin					
	Drawing (I-II)	Cutting	Press (I-II)	Forming (I-II)	Grooving	Drilling
Mei	16,56	47,55	78,67	76,03	62,82	35,71
Juni	77,31	67,48	68,85	64,92	39,13	36,09
Juli	34,07	23,49	41,12	46,27	28,93	35,48
Agustus	96,49	75,91	76,82	63,09	72,74	69,49
September	88,78	84,37	71,81	89,06	42,96	40,95
Oktober	60,10	43,83	57,46	68,01	49,94	57,23
November	87,12	68,15	60,34	93,97	60,19	62,19
Desember	65,94	56,14	59,94	76,55	43,23	37,99

Tabel 3 merupakan hasil perhitungan nilai *rate of quality* pada periode Mei 2015-Desember 2015. Berdasarkan standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yang bernilai 90% (Nakajima, 1998) Lini Z sudah mencapai standar. Hal ini dikarenakan jumlah produksi pada Lini Z memiliki jumlah cacat yang sedikit.

Tabel 3. Nilai *Rate of Quality* Lini Z periode Mei 2015-Desember 2015

Bulan	Mesin					
	Drawing (I-II)	Cutting	Press (I-II)	Forming (I-II)	Grooving	Drilling
Mei	100	100	99,84	99,85	99,70	100
Juni	100	100	99,79	99,62	99,83	100
Juli	100	100	99,72	99,75	99,34	99,79
Agustus	100	100	99,82	99,90	99,40	99,61
September	100	99,97	99,65	99,87	99,53	99,73
Oktober	99,97	100	99,32	99,79	99,70	99,67
November	100	100	99,57	99,80	99,0	99,80
Desember	100	100	99,85	100	97,79	100

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ditunjukkan pada tabel 4. Dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata OEE pada periode Mei 2015-Desember 2015 masih dibawah standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yang bernilai 85% (Nakajima, 1998). Dikarenakan performa mesin dan waktu yang tersedia tidak maksimal sehingga target mesin tidak tercapai yang menyebabkan nilai OEE rendah.

Tabel 4. Nilai OEE Lini Z periode Mei 2015-Desember 2015

Bulan	Mesin					
	Drawing (I-II)	Cutting	Press (I-II)	Forming (I-II)	Grooving	Drilling
Mei	15,29	44,11	71,06	70,32	58,13	33,05
Juni	70,48	62,54	63,77	60,03	36,25	33,05
Juli	31,60	21,71	37,78	42,78	26,67	32,87
Agustus	86,65	70,48	71,15	58,48	62,74	64,22
September	82,44	78,07	66,19	82,21	38,57	36,35
Oktober	50,93	40,70	52,20	56,03	46,11	51,05
November	80,46	63,28	52,73	86,73	55,26	57,55
Desember	61,14	52,13	48,99	71,09	37,89	35,27
Rata-rata	59,87	54,13	57,98	65,96	45,20	42,93

Nilai rata-rata OEE yang paling tinggi terdapat pada mesin *Forming (I-II)* bulan November sebesar 65,96% dan yang paling rendah adalah mesin *Drilling* sebesar 42,93%.

Perhitungan *six big losses*

Setelah melakukan perhitungan terhadap nilai OEE pada Lini Z didapatkan bahwa nilai efektivitas paling kecil adalah

mesin *Drilling*, oleh karena itu dilakukan perhitungan faktor kerugian *six big losses* pada mesin *drilling* untuk mengetahui faktor kerugian apa saja yang dapat mempengaruhi menurunnya efektivitas mesin. Hasil perhitungan *six big losses* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Data *six big losses* mesin *Drilling* periode Mei 2015-Desember 2015

Bulan	Breakdown Losses (%)	Setup and adjustment Losses (%)	Reduced Losses (%)	Process defect (%)
Mei	0,297	7,143	59,51	0
Juni	1,266	7,143	58,54	0
Juli	0	7,143	59,91	0,07
Agustus	0,085	7,143	28,30	0,25
September	2,340	7,143	53,45	0,72
Oktober	3,150	7,143	38,37	0,28
November	0,116	7,143	35,07	0,12
Desember	0	7,143	57,58	0

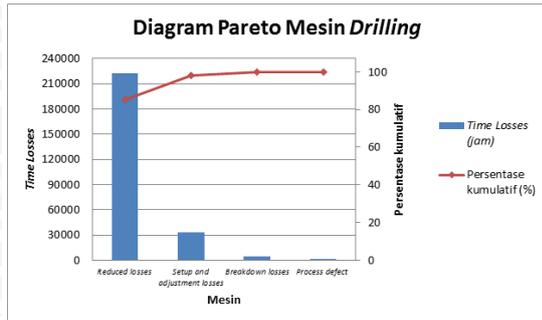
Untuk dapat melihat pengaruh *losses* pada mesin *Drilling*, maka dilakukan perhitungan terhadap *time losses* masing-masing faktor *six big losses* pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil perhitungan *Time Loses* Mesin *Drilling* periode Mei 2015-Desember 2015

Bulan	Breakdown Losses (jam)	Setup and adjustment Losses (jam)	Reduced Losses (jam)	Process defect (jam)
Mei	156	3750	31242,15	0
Juni	771	4350	35649,37	0
Juli	0	3750	31453,70	37,04
Agustus	50	4200	16642,59	148,15
September	1327	4050	30304,48	407,41
Oktober	1852	4200	22562,81	166,67
November	73	4500	22093,67	74,07
Desember	0	4050	32650	0
Total	4229	32850	222598,8	833,33

Tabel 7. Persentase kumulatif *Time Loses* Mesin *Drilling* periode Mei 2015-Desember 2015

Jenis losses	Six big losses	Time loss (jam)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
Speed losses	Reduced losses	222598,8	85,45	85,45
Downtime losses	Setup and adjustment losses	32850	12,61	98,06
	Breakdown losses	4229	1,62	99,68
Defect losses	Process defect	833,33	0,32	100
Total		260511,1	100	

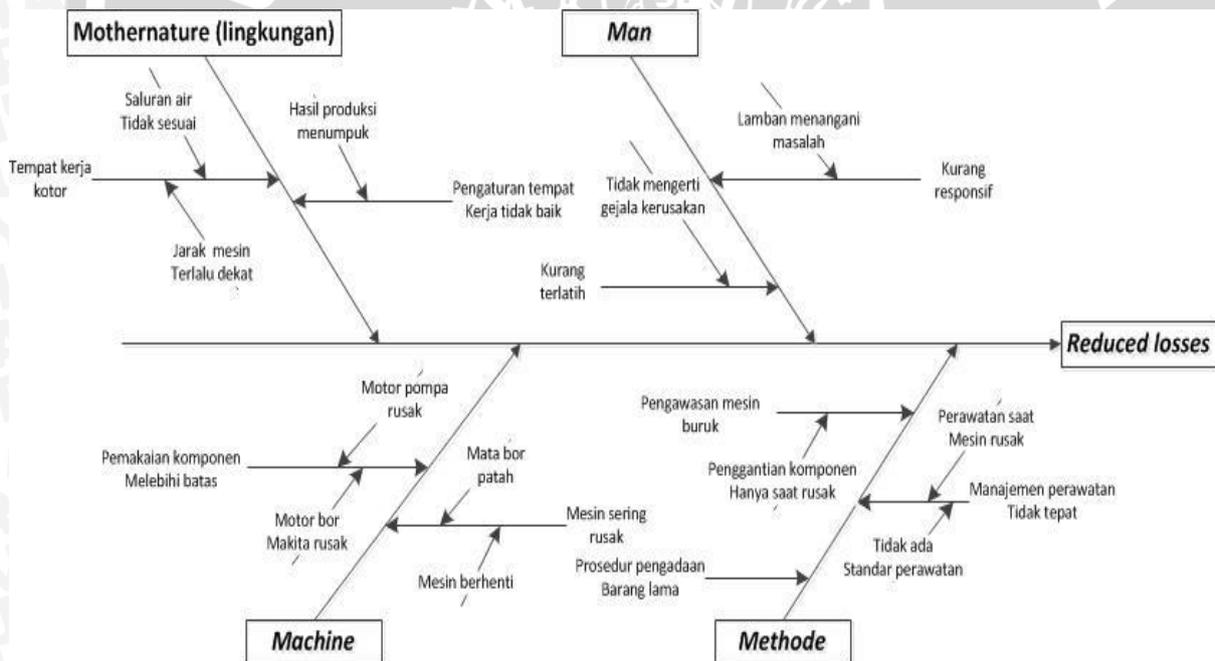


Gambar 2. Diagram pareto mesin *drilling* periode Mei 2015-Desember 2015

Analisis *six big losses* digunakan untuk mengetahui faktor mana saja yang mempunyai pengaruh paling besar dan memusatkan permasalahan. Dari gambar 2 terlihat bahwa *losses* yang paling tinggi adalah *reduced losses* yaitu sebesar 85,45%, sedangkan *losses* yang paling kecil/paling tidak berpengaruh adalah *process defect* yaitu sebesar 0,32%. Untuk

mengetahui lebih lanjut faktor yang berpengaruh terhadap besarnya *reduced losses* maka perlu identifikasi masalah lebih lanjut pada faktor tersebut menggunakan diagram sebab-akibat (*cause and effect diagram*).

Faktor kerugian pada *reduced losses* disebabkan oleh perbandingan waktu produksi aktual dan teori cukup besar. Salah satu penyebabnya adalah efektifitas mesin yang masih dibawah standar sehingga menyebabkan mesin beroperasi tidak sesuai dengan kapasitas sebenarnya dan banyaknya jumlah produksi yang tidak sebanding dengan besarnya kapasitas aktual mesin.



Gambar 3. Diagram sebab-akibat mesin *Drilling*

Perhitungan Mean Time to Failure (MTTF)

Distribusi yang digunakan adalah distribusi Weibull karena untuk mengetahui laju kerusakan baik meningkat maupun menurun, menggunakan data kerusakan mesin selama periode Mei 2015-Desember 2015, kemudian diolah

menggunakan *software* minitab 17. Agar nilai parameter bentuk (*shape*) dan skala (*scale*) dapat diketahui, digunakan fitur “*Distribution Overview Plot*” dengan menggunakan distribusi Weibull. Parameter-parameter distribusi Weibull dapat dilihat pada gambar 4.

Nilai *Mean Time to Failure* (MTTF) dapat dihitung juga menggunakan rumus berikut Ben-Daya (2009):

$$MTTF = \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

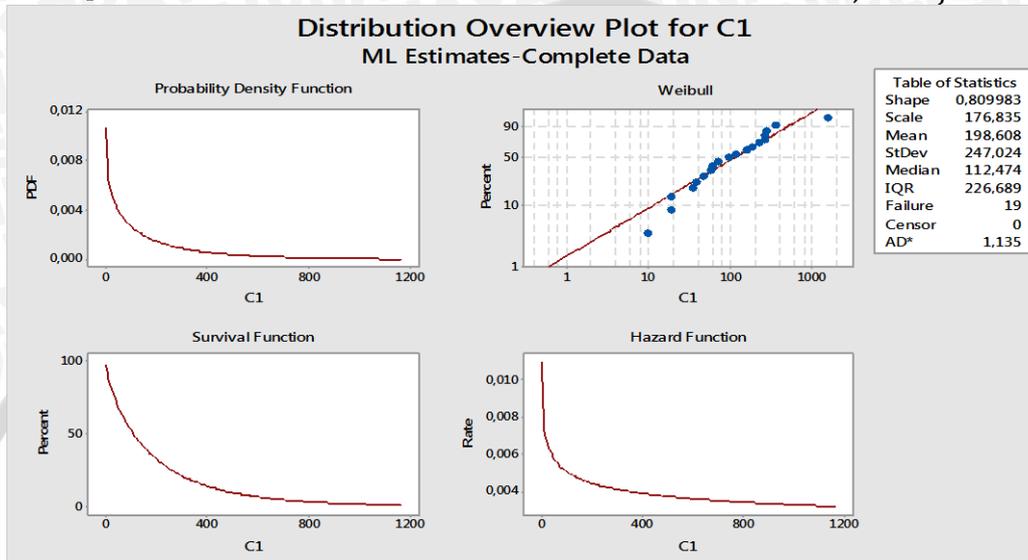
Berdasarkan hasil *Distribution Overview Plot* dapat diketahui parameter bentuk (*shape*) sebesar 0,809983 dan

parameter skala (*scale*) sebesar 176,835. Dapat menghitung MTTF sebagai berikut:

$$MTTF = \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$MTTF = 176,835 \Gamma \left(1 + \frac{1}{0,809983} \right)$$

$$MTTF = 176,835 \times 1,123128 = 198,6083 \text{ jam}$$



Gambar 4. Parameter-parameter distribusi Weibull mesin *Drilling sheet*

Rancangan Penerapan TPM

Dari hasil analisis kerugian *six big losses* maka dapat dilakukan rancangan penerapan TPM berdasarkan pilar-pilar TPM.

1. Pilar dasar 5S

Peralatan yang sudah tidak digunakan seharusnya dibuang dan yang masih dibutuhkan dipisahkan sesuai dengan fungsinya agar lingkungan kerja menjadi lebih luas; Menyusun dokumen, peralatan, *tools* sesuai dengan tempatnya untuk memudahkan pengambilan barang. Mengembalikan peralatan, dokumen, *tools* pada tempatnya; Membersihkan tempat kerja adalah termasuk dari kegiatan inspeksi; Adanya prosedur dalam melakukan perawatan mesin *drilling*; Menciptakan lingkungan kerja yang disiplin dan berperilaku baik.

2. *Autonomous maintenance*

Sebelum mesin mulai beroperasi operator harus melakukan pengecekan pada mesin *drilling*; Membuat *check*

pemeriksaan agar memudahkan operator untuk melakukan pemeriksaan, karena dalam sehari terdapat 3 shift.

3. *Focused maintenance*

Untuk mengurangi *losses* yang disebabkan oleh *reduced defect*, maka terlebih dahulu yang dilakukan adalah dengan mengurangi kerusakan pada

mesin *drilling*. Jika kerusakan dapat berkurang maka *operating time* dapat meningkat sehingga mampu mengurangi *reduced speed*.

4. *Planned maintenance*

Melakukan inspeksi secara teratur dan berkala, melakukan rekondisi pada peralatan, penggantian peralatan sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan dan umur pakai, menjaga peralatan dalam kondisi ideal, melakukan penjadwalan perawatan mesin untuk mencegah kerusakan yang tidak terduga atau kondisi yang menyebabkan proses produksi terhenti.

5. *Quality maintenance*

Pada mesin *drilling* cacat hasil produksi yang terjadi disebabkan karena hanya terbentuk 1 lubang, tempat lubang tidak sesuai dengan desain. Hal ini dikarenakan untuk penentuan titik lubang menggunakan sensor, sedangkan sensor pada mesin *drilling* masih sering mengalami kerusakan.

6. *Education and training*

Diadakan pelatihan kepada operator seperti cara membersihkan mesin dengan benar, mengatur, mengoperasikan dan mengecek mesin sesuai dengan prosedur perusahaan, serta diberikan pelatihan tentang *autonomous maintenance* untuk menunjang pengimplementasian TPM.

7. *Safety, Health, and environment*

Kesadaran K3 dari setiap karyawan perlu ditingkatkan dengan melakukan pelatihan dan seminar pentingnya K3 dalam lingkungan kerja. Yang termasuk K3 seperti memakai helm, masker

penutup hidung, *ear plug*, sepatu kerja, dan sarung tangan.

8. *Office TPM*

Office TPM atau organisasi kerja TPM dibentuk setelah mengimplementasikan *autonomous maintenance, focused maintenance, planned maintenance*, dan *quality maintenance*. Organisasi TPM digunakan untuk mengontrol apakah pilar-pilar yang lainnya sudah dapat berjalan dengan baik atau tidak.

9. *Development management*

Manajemen pengembangan yang dimaksudkan adalah dengan melakukan pengembangan pada sistem administrasi dan proses pembuatan order kerusakan.

Master Plan Penerapan TPM

Master plan yang dapat diterapkan pada perusahaan PT. Pindada terdapat pada tabel 8.

Tabel 8. *Master plan* Penerapan TPM

Periode	Tahap	Kegiatan
3 bulan	Persiapan	<ul style="list-style-type: none"> - Pengenalan kepada semua karyawan tentang TPM - Menyiapkan SDM yang memadai - Pelatihan dini tentang implementasi TPM - Membentuk organisasi TPM - Menetapkan sistem kerja dan target penerapan TPM
1 bulan berikutnya	Penerapan	<ul style="list-style-type: none"> - Mengadakan pelatihan kepada operator - Menerapkan <i>autonomous maintenance, focused maintenance, planned maintenance, dan quality maintenance</i> - Meningkatkan kesadaran K3
7 bulan berikutnya	Evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan perhitungan OEE dan <i>six big losses</i> - Analisis penyelesaian dari masalah - Evaluasi penerapan K3
1-2 tahun berikutnya	Pengembangan	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pengembangan dari implementasi TPM yang sudah ada untuk meningkatkan efektivitas mesin

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* urutan rata-rata dari yang paling kecil yaitu: Mesin *Drilling* (42,93%), Mesin *Grooving* (45,20%), Mesin *Cutting* (54,13%), Mesin *Press I-II* (57,98%), Mesin *Drawing I-II* (59,87%), dan

Mesin *Forming I-II* (65,96%). Dari perhitungan OEE tersebut mesin *Drilling* memiliki nilai OEE yang paling rendah, oleh karena itu dilakukan analisis faktor kerugian lebih lanjut menggunakan *six big losses*.

2. Berdasarkan perhitungan nilai *losses* yang terjadi pada mesin *drilling* dapat



diurutkan dari yang terkecil yaitu: *process defect* (0,32%), *breakdown losses* (1,62%), *setup and adjustment losses* (12,61%), dan *reduced losses* (85,45%). Dari data yang diperoleh kerugian pada *reduced losses* disebabkan oleh perbandingan waktu produksi aktual dan teori cukup besar. Salah satu penyebabnya adalah efektifitas mesin yang masih dibawah standar sehingga menyebabkan mesin beroperasi tidak sesuai dengan kapasitas sebenarnya dan banyaknya jumlah produksi yang tidak sebanding dengan besarnya kapasitas aktual mesin.

3. Rancangan penerapan *Total Productive Maintenance* adalah sebagai berikut:
 - a. Memahami dan menerapkan konsep dasar 5S
 - b. Melakukan pelatihan kepada operator
 - c. Menerapkan *autonomous maintenance*, *focused maintenance*, *planned maintenance*, dan *quality maintenance*
 - d. Menerapkan kesadaran K3 dan lingkungan sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, P. S. 2011. *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. London: Springer.
- Nakajima, S. 1998. *Introduction to Total Productive Maintenance*. Portland : Productivity Press
- 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*.
- Shirose, K. 2000. *Program Implementasi Baru dalam Industri Pabrikasi dan Rakitan*. Japan Institute of Plant Maintenance. Tokyo-Japan