

repository.ub.ac.id

DESAIN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) GUNA MENGURANGI  
*LOSSES* MENGGUNAKAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)  
PADA LINI X  
(STUDI KASUS : PT. PINDAD TUREN)

Yoga Bhagas Satwika, Tjuk Oerbandono, Khairul Anam  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jl. Mayjend. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia  
Email : [yoga.bhagas@gmail.com](mailto:yoga.bhagas@gmail.com)

### ABSTRAK

PT. PINDAD Turen merupakan salah satu produsen munisi. Banyak mesin yang mengalami *breakdown time* yang lama sehingga diperlukan metode pemeliharaan mesin yang dapat mengatasi masalah tersebut. Pada penelitian ini digunakan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini menggunakan metode perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *six big losses*, analisa kerusakan dengan Diagram Pareto dan Diagram Sebab Akibat serta perhitungan *Mean Time to Failure*. Dari perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), didapatkan nilai OEE rata-rata untuk mesin pada Lini X adalah Mesin *Press I* (70,92%), Mesin *Press II* (74,95%), Mesin *Drilling* (82,95%), Mesin *Drawing* (84,74%), Mesin *Grooving* (84,94%), dan Mesin *Cutting* (87,43%). Urutan *losses* dari terbesar ke terkecil pada mesin *Press I* adalah *Breakdown Losses* sebesar 56,135%, *Setup Losses* 24,211%, *Reduced Speed Losses* 19,369%, dan *Process Defect* 0,286%. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan adalah sesuai dengan pilar TPM. Rekomendasi utamanya untuk mengantisipasi *breakdown* yang lama dari mesin-mesin pres. Ketika *breakdown* terjadi karena kerusakan dari komponen mesin tersebut akan mengimbas ke komponen lain dan menyebabkan kondisi mesin lebih buruk.

**Kata Kunci:** TPM, OEE, *Six Big Losses*

### ABSTRACT

PT. PINDAD Turen is one of the munition manufacturers. There are many machines with a long breakdown time. It would be need maintenance methods to solve the problem. In this research, Total Productive Maintenance (TPM) method used to solve the problem. This research used several calculation methods, there are Overall Equipment Effectiveness (OEE), six big losses, Mean Time To Failure, defect analysis using Pareto Diaghram and Cause-Effect Diaghram. By Overall Equipment Effectiveness (OEE) calculation obtained the average values for machinery on the Line X, i.e. Pressworking Machine I (70,92%), Pressworking Machine II (74,95%), Drilling Machine (82,95%), Drawing Machine (84,74%), Grooving Machine (84,94%), and Cutting Machine (87,43%). The losses of Pressworking Machine I were Breakdown Losses as big as 56,135%, Setup Losses 24,211%, Reduced Speed Losses 19,369% and Process Defect Losses 0,286%. The proposed recommendation of improvement was appropriate with the main pillars of TPM. The major recommendation was to anticipate a long breakdown time of pressworking machines. The breakdown time of the machines were caused by the damaged components of them. It affected to other components, therefore the machine condition was getting worse.

**Keywords:** TPM, OEE, *Six Big Losses*

### PENDAHULUAN

Sistem pemeliharaan yang diterapkan PT. Pindad (Persero) menggunakan *Preventive, corrective* dan *scheduled maintenance* dibantu dengan Program SAP yang sudah terjadwal dengan baik. Ketika terjadi kerusakan pada salah satu peralatan utama, teknisi divisi pemeliharaan PT. Pindad (Persero) akan langsung melakukan perbaikan pada komponen tersebut tanpa memperhatikan ketersediaan (*availability*) sehingga tindakan antisipasi kemungkinan kerusakan serupa terulang kembali masih minim.

TPM adalah kombinasi dari Pemeliharaan preventif Amerika dan konsep dari *Total Quality Management* Jepang. TPM adalah sebuah metodologi yang berasal dari Jepang untuk menunjang sistem manufaktur. TPM terbukti sebagai strategi manufaktur yang berhasil digunakan secara global untuk mencapai tujuan dari organisasi dalam lingkungan yang kompetitif. (Nakajima, 1988)

*Maintenance* (pemeliharaan) dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau

penyesuaian/penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Jadi dengan adanya kegiatan *maintenance* ini maka fasilitas/peralatan pabrik dapat dipergunakan untuk produksi sesuai dengan rencana, dan tidak mengalami kerusakan selama fasilitas/peralatan tersebut digunakan untuk proses produksi atau sebelum jangka waktu tertentu yang direncanakan tercapai. (Assauri, 2008).

**METODE**

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur
2. Studi lapangan
3. Identifikasi masalah
4. Pengumpulan data
  - a. Data Primer

Data yang diperoleh langsung dari sumbernya, berupa pendapat dari individu atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda, kegiatan, atau kejadian, dan hasil pengujian.

- b. Data sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah data pemeliharaan peralatan mesin pendukung produksi PT. Pindad Divisi Munisi (Persero).

5. Pengolahan Data

- a. Perhitungan *Availability*
- b. Perhitungan *Performance Efficiency*
- c. Perhitungan *Rate of Quality Product*
- d. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*
- e. Perhitungan *Six Big Losses*

- 1) Perhitungan *Equipment Failures (Breakdowns)*
  - 2) Perhitungan *Setup and Adjustment*
  - 3) Perhitungan *Idling and Minor Stoppages*
  - 4) Perhitungan *Reduced Speed*
  - 5) Perhitungan *Process Defect*
  - 6) Perhitungan *Reduced Yield Losses*

6. Analisis data dan pemecahan masalah

Diagram pareto digunakan untuk mempresentasikan *losses* terbesar pada mesin *Press I*, Diagram sebab akibat

digunakan untuk menjabarkan analisa dari *losses* tersebut dan perhitungan *Mean Time to Failure* menggunakan Distribusi Weibull untuk menentukan perencanaan pemeliharaan mesin tersebut.

7. Pembuatan Rancangan TPM

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perhitungan OEE**

Untuk mendapatkan nilai OEE, sebelumnya harus menghitung terlebih dahulu besar nilai dari *Availability*, *Performance Efficiency* dan *Rate of Quality Product*.

Standar *Japan Institute of Plan Maintenance (JIPM)* untuk nilai *Availability* adalah 90%. Dari Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa tidak seluruh mesin memenuhi standar, hal ini dikarenakan mesin-mesin tersebut mengalami *breakdown* yang lama pada bulan tersebut.

Tabel 1 Hasil perhitungan *availability* mesin-mesin Lini X tahun 2015

Mesin Bulan	Drawing	Cutting	Press I	Press II	Drilling	Grooving
Januari	92,06	92,86	91,96	65,07	82,84	90,68
Februari	91,88	92,86	87,66	71,40	92,46	92,79
Maret	73,72	92,86	41,95	92,68	92,01	92,76
April	89,36	81,72	44,69	92,86	91,76	91,23
Mei	85,09	92,62	92,47	88,64	92,07	92,33
Juni	91,79	92,32	91,85	85,15	89,42	92,80
Juli	92,40	92,45	89,97	92,25	82,67	92,63
Agustus	87,64	92,72	56,20	66,95	87,52	92,51
September	90,60	92,72	89,04	91,77	85,05	92,15
Oktober	92,40	92,86	80,67	92,86	91,88	92,81
November	92,54	92,82	82,70	69,55	92,67	92,71
Desember	90,59	92,81	71,48	92,46	92,64	92,75



Tabel 2 Hasil perhitungan nilai *Performance Efficiency* mesin-mesin Lini X tahun 2015

Mesin Bulan	Drawing	Cutting	Press I	Press II	Drilling	Grooving
Januari	97,09	94,91	92,53	86,93	90,36	93,50
Februari	97,70	93,92	95,37	87,30	97,91	95,82
Maret	87,27	94,82	87,35	97,12	95,43	93,88
April	94,31	93,15	85,43	97,68	95,51	94,91
Mei	90,51	95,05	92,36	90,20	86,56	86,15
Juni	97,02	96,21	93,54	92,97	88,13	84,27
Juli	94,27	96,43	95,08	90,67	91,21	91,17
Agustus	89,22	93,44	86,75	72,48	92,36	94,85
September	96,81	96,61	97,56	92,08	93,45	92,54
Oktober	98,81	97,57	92,99	84,84	92,56	91,18
November	97,40	95,85	94,67	85,08	96,51	93,29
Desember	97,78	94,72	87,82	93,62	93,09	92,50

Berdasarkan JIPM, standar minimal untuk *Performance Efficiency* adalah sebesar 95%. Dari Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa *Rate of Performance Efficiency* mesin-mesin pada Lini X masih ada sebagian yang dibawah standar JIPM. Hal ini dikarenakan jumlah produksi pada bulan tersebut kurang dari target mesin tersebut yang didapat dari perkalian kapasitas dan *operating time*. Sehingga performa mesin tersebut dengan waktu operasi yang tersedia tidak maksimal.

Standar JIPM untuk *Rate of Quality Product* adalah 99%, sehingga nilai *Rate of Quality Product* pada mesin-mesin Lini X pada Tabel 3 diatas standar. Hal ini dikarenakan dari jumlah produksi tiap mesin terdapat hanya sedikit barang yang cacat / tidak sesuai standar uji kualitas.

Tabel 3 Hasil perhitungan nilai *Rate of Quality Product* mesin-mesin Lini X tahun 2015

Mesin Bulan	Drawing	Cutting	Press I	Press II	Drilling	Grooving
Januari	100	100	99,8368	99,7645	99,9182	99,6731
Februari	100	99,9964	99,8812	99,9474	99,9656	99,8506
Maret	100	99,9935	99,8822	99,9570	99,9225	99,9022
April	100	99,9929	99,9632	99,9870	99,9772	99,8897
Mei	99,9918	99,9938	99,9000	99,9753	99,9656	99,9068
Juni	100	99,9921	99,9142	99,9790	99,9884	99,9211
Juli	100	99,9930	99,8528	99,9414	99,9686	99,9319
Agustus	100	100	99,9096	99,9701	99,9761	99,9294
September	100	99,9923	99,9164	99,9697	99,9355	99,8862
Oktober	99,9967	99,9968	99,9131	99,9105	99,9642	99,8918
November	100	99,9960	99,8955	99,9749	99,9488	99,8730
Desember	100	100	99,7189	99,8503	100	99,6927

Tabel 4 Hasil perhitungan nilai OEE mesin-mesin Lini X tahun 2015

Mesin Bulan	Drawing	Cutting	Press I	Press II	Drilling	Grooving
Januari	89,38	88,13	84,95	56,43	74,79	84,51
Februari	89,76	87,21	83,50	62,30	90,50	88,78
Maret	64,33	88,04	36,60	89,97	87,74	87,00
April	84,27	76,12	38,16	90,69	87,62	86,49
Mei	77,01	88,03	85,33	79,94	79,67	79,46
Juni	89,06	88,82	85,84	79,15	78,80	78,14
Juli	87,11	89,14	85,42	83,59	75,38	84,38
Agustus	78,19	86,64	48,71	48,51	80,82	87,68
September	87,71	89,57	86,79	84,47	79,43	85,18
Oktober	91,29	90,59	74,95	78,71	85,01	84,53
November	90,13	88,96	78,21	59,16	89,39	86,38
Desember	88,58	87,91	62,60	86,44	86,24	85,53
Rata-rata	84,74	87,43	70,92	74,95	82,95	84,84

Standar JIPM untuk nilai OEE adalah 85%. Banyak mesin yang memiliki OEE dibawah standar, dikarenakan banyaknya *breakdown* yang besar, sehingga mempengaruhi besar nilai *Availability Rate* mesin tersebut. Nilai rata-rata OEE dari mesin *Cutting* (87,74%) diatas standar, rata-rata OEE mesin *Drawing* (84,74%) dan *Grooving* (84,94%) mendekati standar, dan yang paling rendah dari Lini X adalah Mesin *Press I* (70,92%).

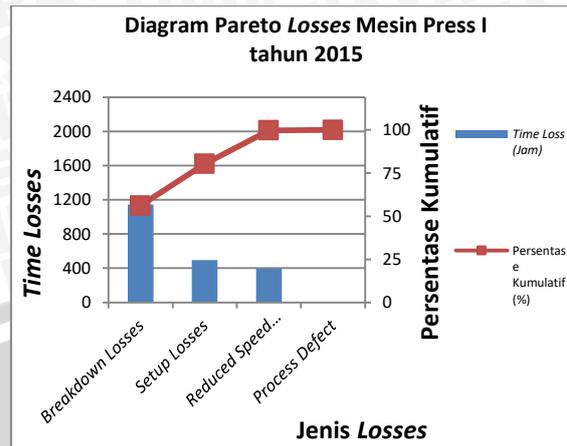
### Perhitungan Six Big Losses

Tabel 5 Hasil perhitungan *Six Big Losses* Mesin *Press I* tahun 2015

Bulan	Breakdown Losses (%)	Setup Loss (%)	Reduced Speed Loss (%)	Process Defect (%)
Januari	0,895	7,143	6,870	0,139
Februari	5,200	7,143	4,056	0,099
Maret	50,904	7,143	5,308	0,043
April	48,170	7,143	6,510	0,014
Mei	0,383	7,143	7,062	0,085
Juni	1,007	7,143	5,933	0,074
Juli	2,883	7,143	4,430	0,126
Agustus	36,653	7,143	7,448	0,044
September	3,819	7,143	2,175	0,073
Oktober	12,185	7,143	5,653	0,065
November	10,156	7,143	4,412	0,082
Desember	21,373	7,143	8,709	0,176

Tabel 6 *Time Loss* dari Mesin Press I tahun 2015

Bulan	Breakdown Losses (jam)	Setup Loss (jam)	Reduced Speed Loss (jam)	Process Defect (jam)
Januari	5,265	42,000	40,398	0,817
Februari	27,300	37,500	21,296	0,522
Maret	331,385	46,500	34,556	0,281
April	263,010	39,000	35,546	0,077
Mei	2,010	37,500	37,073	0,448
Juni	6,130	43,500	36,132	0,449
Juli	15,135	37,500	23,259	0,661
Agustus	215,520	42,000	43,796	0,259
September	21,655	40,500	12,333	0,412
Oktober	71,645	42,000	33,241	0,383
November	63,980	45,000	27,796	0,515
Desember	121,185	40,500	49,380	1,001
Total	1144,220	493,500	394,808	5,825



Gambar 1 Diagram pareto losses mesin Press I tahun 2015

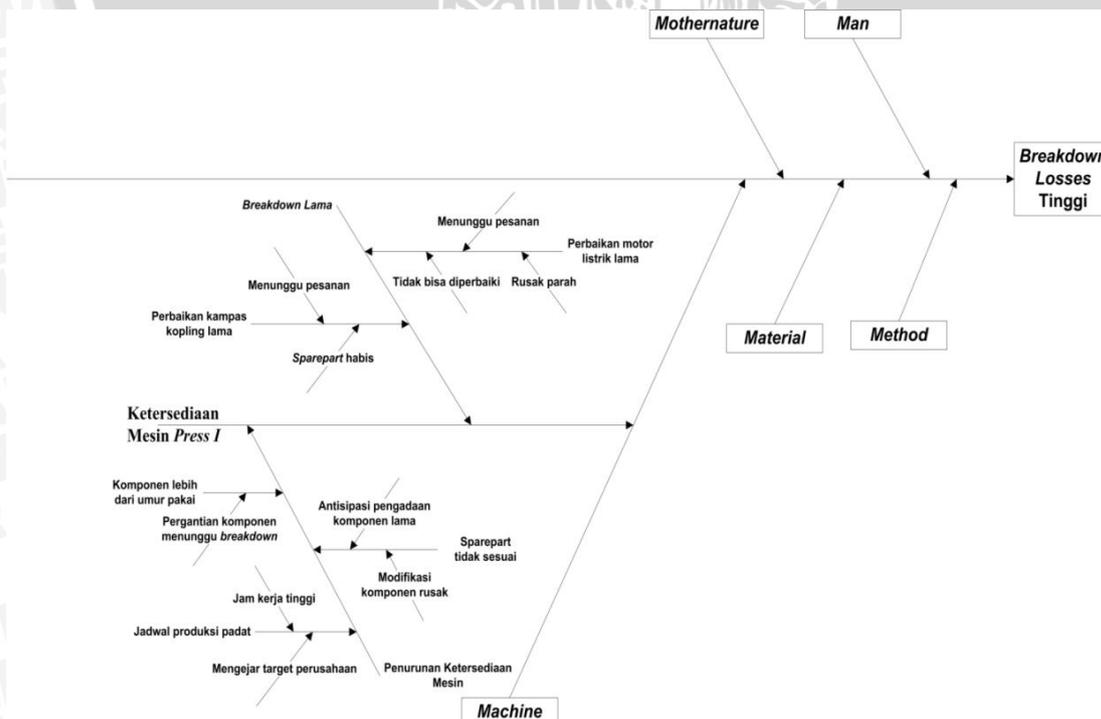
Tabel 7 Persentase Kumulatif *Time Losses* pada mesin Press I tahun 2015

Jenis Losses	Six Big Losses	Time Loss (Jam)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
Downtime Losses	Breakdown Losses	1144,220	56,135	56,135
	Setup Losses	493,500	24,211	80,345
Speed Losses	Reduced Speed Losses	394,808	19,369	99,714
Quality Losses	Process Defect	5,825	0,286	100
	Total	2038,353	100	

Dari Tabel 7 dan Gambar 1 diketahui bahwa *breakdown losses* merupakan *Losses* terbesar mesin Press I.

Dari Gambar 2 diperoleh uraian bahwa *breakdown losses* yang tinggi dari mesin press I dikarenakan *breakdown* dari beberapa komponennya, seperti kanvas kopling dan motor listrik. *Breakdown* ini membutuhkan waktu yang lama dikarenakan pengadaan kanvas kopling yang lama. Usia pemakaian komponen yang melebihi batas umur pakainya, karena untuk penggantian komponen PT. Pindad menerapkan sistem *Corrective Maintenance*

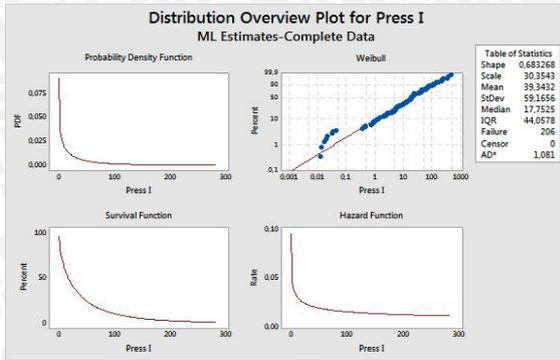
Diagram pareto untuk mempresentasikan *Time Loss* dari *Losses* Mesin Press I tahun 2015 adalah sebagai berikut (gambar 1) :



Gambar 2 Diagram Sebab Akibat dari *Breakdown Losses* mesin Press I tahun 2015

### Perhitungan Mean Time to Failure Distribusi Weibull

Dengan menggunakan data historis perbaikan mesin press I selama tahun 2015 yang kemudian diolah menggunakan Minitab 17 untuk menghitung nilai parameter bentuk (*shape*) dan skala (*scale*) distribusi Weibull pada gambar 3



Gambar 3 Distribution Overview Plot

Perhitungan MTTF adalah sebagai berikut :

$$MTTF = 30,3543 * \Gamma\left(1 + \frac{1}{0,6833}\right)$$

$$MTTF = 30,3543 * 1,2961$$

$$MTTF = 39,3432 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan MTTF adalah sebesar 39,3432 jam. Berarti dalam 39,3432 jam terdapat *breakdown*. Oleh karena itu perencanaan pemeliharaan yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah pemeliharaan otonom oleh operator. Sehingga dapat mengurangi *breakdown* yang akan terjadi pada Mesin Press I tersebut. Tetapi untuk penggantian komponen sesuai umur pakainya perlu dilakukan inspeksi berkala sesuai dengan pemeliharaan prediktif komponen tersebut.

### Rekomendasi Perbaikan berdasarkan Implementasi TPM

Untuk mempromosikan TPM di PT. PINDAD yaitu dengan cara membuat suatu *masterplan* untuk implementasi TPM. Perencanaan ini dibuat agar perusahaan mengikuti metode pemeliharaan sesuai dengan standar JIPM untuk dapat dikategorikan perusahaan *World Class*. Rancangan implementasi metode TPM disajikan dalam tabel 8 dan perbandingan metode pemeliharaan saat ini dan pemeliharaan TPM dalam tabel 9.

Tabel 8 Rancangan Masterplan Implementasi Total Productive Maintenance (TPM)

Periode	Fase	Aktivitas
Tahun pertama	Persiapan dan Pengenalan TPM	Memberi pengumuman pengenalan TPM (seminar, majalah, surat edaran, dlsb)
		Membentuk organisasi untuk program TPM; Menentukan patokan dan target
		Memulai pelaksanaan dengan mengundang relasi perusahaan yang terkait
Tahun kedua	Implementasi	Membentuk <i>Small Group Activities</i>
		Mengadakan <i>Training</i> untuk karyawan dan operator
		Pelatihan <i>Autonomous Maintenance</i> kepada operator
Tahun ketiga	Evaluasi dan Stabilisasi	Membudayakan mematuhi Pemeliharaan Prediktif, Preventif, dan Terjadwal untuk Departemen Pemeliharaan
		Menentukan sistem peningkatan efisiensi administrasi dan Pelatihan K3
		Evaluasi dari penerapan TPM, dengan menggunakan perhitungan OEE dan <i>Six Big Losses</i>
Dst	Pengembangan Dan Stabilisasi	Evaluasi sistem administrasi dan penerapan K3
		Analisa dan Penyelesaian dari masalah yang ada
		Stabilisasi nilai OEE ( <i>Availability, PerformanceRate dan QualityProduct</i> )
		Pengembangan teknologi dan metode TPM yang sudah ada

Tabel 9 Perbandingan Metode Perawatan Saat Ini dan Perawatan TPM

No	Parameter	Perawatan saat ini	Perawatan TPM
1	Ketersediaan (Availability) Mesin	Pada perhitungan nilai <i>Availability</i> dari mesin <i>press</i> I pada tiap bulan selama 2015, nilai terendah pada bulan Maret sebesar 41,5% dikarenakan tingginya <i>breakdown time</i> pada bulan tersebut.	Dengan memenuhi pemeliharaan prediktif dan preventif melalui <i>Planned Maintenance</i> dan <i>Training</i> operator oleh departemen pemeliharaan diharapkan dapat mengurangi tingginya <i>breakdown time</i> agar <i>Availability</i> mesin meningkat.
2	Pemeliharaan Otonom ( <i>Autonomous Maintenance</i> )	<i>Autonomous Maintenance</i> yang dilakukan oleh operator seperti pemeriksaan suara yang dihasilkan oleh mesin kurang efektif.	<i>Autonomous Maintenance</i> tidak hanya memeriksa dari suara mesin saat dioperasikan, tetapi juga memeriksa sambungan ( <i>fastening</i> ) dan level pelumas mesin tersebut.
3	Pemeliharaan Terfokus ( <i>Focused Maintenance</i> )	<i>Breakdown time</i> yang tinggi dikarenakan menunggu pemesanan dan <i>re-stock</i> gudang <i>sparepart</i> mesin-mesin.	Dilakukan pengecekan <i>stock sparepart</i> pada gudang pemeliharaan, agar mengurangi waktu tunggu untuk penggantian komponen.
4	<i>Mean Time to Failure</i> (MTTF)	Besar MTTF untuk data historis mesin <i>press</i> I tahun 2015 adalah sebesar 39,3432 jam.	Meningkatkan nilai MTTF dengan mengurangi <i>breakdown time</i> dari mesin <i>press</i> I dengan mengadakan <i>Autonomous Maintenance</i> dan pengadaan <i>sparepart</i> yang cepat.
5	<i>Quality Maintenance</i>	Kualitas produk yang dihasilkan diatas standar, hanya saja besarnya <i>breakdown time</i> masih tinggi.	Sudah mendekati <i>zero defects</i> , tetapi belum mendekati <i>zero losses</i>

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan nilai rata-rata OEE dari mesin-mesin Lini X tahun 2015 didapat urutan (kecil ke besar) yaitu Mesin *Press* I (70,92%), Mesin *Press* II (74,95%), Mesin *Drilling* (82,95%), Mesin *Drawing* (84,74%), Mesin *Grooving* (84,94%), dan Mesin *Cutting* (87,43%).

Urutan *losses* dari terbesar ke terkecil pada mesin *Press* I adalah *Breakdown Losses* sebesar 56,135%, *Setup Losses* 24,211%, *Reduced Speed Losses* 19,369%, dan *Process Defect* 0,286%. Berdasarkan data, kerusakan paling lama adalah ketika kampas kopling rusak, lamanya waktu perbaikan dikarenakan pengadaan barang yang lama. Pergantian komponen melebihi umur pakai, sehingga ketika terjadi kerusakan maka komponen yang lain akan terkena imbas.

Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah dengan mengurangi penggantian komponen secara *corrective maintenance* diganti dengan *predictive maintenance* karena banyak faktor yang menurun ketika komponen telah melebihi umur pakainya.

Inspeksi *preventive maintenance* harus dilaksanakan dengan baik, mengecek suara dan historis kerusakan mesin saja tidak cukup.

### DAFTAR PUSTAKA

- Nakajima, S. 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance*. Cambridge : Productivity Press
- Assauri, Sofjan. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- M., Ahuja, dkk. 2009. *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. London : Springer.
- Stephens, Matthew P. 2004. *Productivity and Relability Based Maintenance Management*. New Jersey : Pearson Education Inc.
- Ben-Daya, dkk. 2009. *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. London : Springer.

