

**USULAN PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)
GUNA MENINGKATKAN KINERJA MESIN ELEKTROPLATING
DI PERUSAHAAN FURNITUR TANGERANG**

Didik Apriatno

PT. Utama Raya Motor Industri

Didik.apr@gmail.com

Abstract. PT. Utama Raya Motor Industry is a company engaged in the field of furniture have a problem relating with the frequency of downtime continues to increase every time due to the damage caused to machinery. Therefore, the necessary steps to be able to cope with and prevent such problems. Total Productive Maintenance (TPM) is one method that can be used to improve the productivity and efficiency of machinery effectively. One application of TPM is a measure the Overall Equipment Effectiveness (OEE), then proceed with the six big losses OEE measurement to determine the efficiency of the missing and the largest contributing factors that lead to low effectiveness of the six factors six big losses. The data used from January to December 2014 with the object of research electroplating machine. During the month the average value obtained average value results are low. From these measurements indicate that the setup and adjustment losses has donated the biggest losses in the engine electroplating, followed idling and minor stoppages losses. So that the necessary repairs heating system solution and electroplating machine filter system to reduce losses that occur due to setup and adjustment losses and losses idling and minor stoppages.

Keywords: *TPM, OEE, six big losses, Pareto diagram, cause-effect diagram.*

Abstrak. PT. Utama Raya Motor Industri adalah perusahaan yang bergerak di bidang furniture memiliki masalah dengan frekuensi downtime terus meningkat setiap waktu karena kerusakan yang disebabkan untuk mesin. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah untuk dapat mengatasi dan mencegah masalah tersebut. Total Productive Maintenance (TPM) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan secara efektif. Salah satu aplikasi dari TPM adalah ukuran Efektivitas Peralatan Keseluruhan (OEE), kemudian dilanjutkan dengan pengukuran enam kerugian besar OEE, untuk menentukan penurunan efisiensi dan faktor-faktor yang berkontribusi terbesar yang menyebabkan efektivitas rendah dari enam faktor enam kerugian besar. Data yang digunakan adalah data dari bulan Januari sampai Desember 2014 dengan objek mesin penelitian electroplating. Selama bulan Januari sampai Desember 2014 nilai rata-rata yang diperoleh rata-rata nilainya rendah. Dari pengukuran ini menunjukkan bahwa setup dan penyesuaian kerugian telah menyumbang kerugian terbesar dalam mesin electroplating, diikuti *idling* dan kerugian penghentian minor. Sehingga perbaikan yang diperlukan pemanasan solusi sistem dan sistem electroplating mesin penyaring untuk mengurangi kerugian yang terjadi akibat setup dan penyesuaian kerugian dan kerugian *Idling* dan penghentian kecil.

Kata kunci: TPM, OEE, six big losses, pareto diagram, sebab-akibat diagram.

PENDAHULUAN

Industri furnitur adalah industri yang mengolah bahan baku atau bahan setengah jadi dari kayu, rotan, baja (steel) dan bahan baku lainnya menjadi produk barang jadi furnitur yang mempunyai nilai tambah dan manfaat yang lebih tinggi. Dengan bertambahnya jumlah penduduk setiap tahunnya, maka secara tidak langsung kebutuhan akan furnitur juga meningkat seiring dengan kebutuhan masyarakat dalam mengisi ruangan tempat tinggalnya atau untuk ruang perkantoran. Hal ini juga yang membuktikan bahwa ada peluang bagi perusahaan furnitur di Indonesia untuk dapat berkembang lebih besar lagi. Industri furnitur di Indonesia tersebar hampir di seluruh provinsi dengan sentra-sentra yang cukup besar terletak di Jepara, Cirebon, Sukoharjo, Surakarta, Klaten, Pasuruan, Gresik, Sidoarjo, Jabodetabek, dan lain-lain. Dalam produksinya PT. URMI menggunakan mesin elektroplating untuk memenuhi proses produksinya, dengan kata lain mesin elektroplating menjadi salah satu pendukung paling penting dalam proses produksi. Akan tetapi mesin elektroplating tersebut diduga mempunyai kinerja mesin yang masih rendah sehingga diperlukan suatu sistem kegiatan perawatan yang baik. Dengan dilakukannya perawatan yang benar, PT URMI mengharapkan produksi dapat berjalan secara optimal.

Karena mesin atau peralatan memegang peranan penting dalam sistem proses produksi, maka harus selalu dalam keadaan baik atau handal. Kehandalan diartikan secara umum sebagai suatu peluang dari suatu sistem peralatan untuk dapat tampil sesuai dengan yang ditentukan. Kehandalan merupakan suatu syarat utama agar suatu sistem peralatan mesin dapat bekerja dengan baik, serta proses produksi dapat berjalan sesuai dengan rencana dan tidak terganggu. Tidak jarang kegagalan bahkan bersumber pada ketidakmampuan menyesuaikan aktifitas dengan rencana, hal tersebut sebagai akibat dari peralatan mesin yang tidak menunjang.

Laporan Produksi PT. URMI (2014) menunjukkan bahwa produksi yang dihasilkan mesin elektroplating tidak memenuhi target produksi yang ditetapkan. Salah satu permasalahan saat ini yang dihadapi oleh PT.URMI adalah kondisi mesin elektroplating yang sering mengalami kerusakan, yang nampaknya menyebabkan *downtime* yang besar dan berdampak tidak tercapainya target produksi yang telah ditentukan. Sedangkan penyebab kemungkinan lainnya adalah diduga pelaksanaan perawatan mesin belum dilaksanakan dengan baik, sehingga sering terjadi kerusakan mesin dan berakibat menurunnya hasil produksi.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin elektroplating sebagai langkah awal penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dan menentukan solusi yang terbaik untuk memperbaiki produktivitas mesin elektroplating, guna dijadikan masukan bagi perusahaan untuk melakukan konsep *Total Productive Maintenance*.

KAJIAN TEORI

Definisi dan Pengertian dasar *Total Productive Maintenance* (TPM). TPM adalah suatu program untuk pengembangan fundamental secara penuh dalam organisasi, yang melibatkan seluruh SDMnya. Jika diimplementasikan secara penuh. TPM secara dramatis meningkat produktivitas dan kualitas, dan menurunkan biaya. TPM merupakan pemeliharaan produktif yang dilaksanakan oleh seluruh karyawan melalui aktivitas kelompok kecil yang terencana (Nakajima, 1988). Dalam TPM operator mesin bertanggungjawab untuk pemeliharaan mesin disamping mengoperasikannya. Implementasi TPM dapat mewujudkan penghematan biaya yang cukup besar melalui peningkatan produktivitas mesin. Semakin besar derajat otomatisasi pabrik, semakin besar pengurangan biaya yang diwujudkan oleh TPM (Nakajima, 1988). *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur dalam penerapan program TPM guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan *six big losses* peralatan. Pengukuran OEE ini didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu:

Availability Ratio. *Availability ratio* merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. (Hegde, 2009).

Loading time adalah waktu yang tersedia (*available time*) perhari atau perbulan dikurangi dengan waktu *downtime* mesin yang direncanakan (*planned downtime*).

Operation time merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin (*non-operation time*). Dengan kata lain, *operation time* adalah waktu operasi yang tersedia setelah waktu-waktu *downtime* mesin dikeluarkan dari *total available time* yang direncanakan.

Performance Ratio. *Performance ratio* merupakan suatu *ratio* yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performance efficiency* adalah : *Ideal cycle time* (waktu siklus ideal), *Processed amount* (jumlah produk yang diproses), *Operation time* (waktu operasi mesin).

Quality Ratio atau Rate of Quality Product. *Quality ratio* atau *rate of quality product* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Pengukuran OEE kelas dunia merupakan standar yang digunakan untuk membandingkan OEE perusahaan yang diukur. Persentase *World Class OEE* dapat dilihat pada Tabel 1. (Afefy, 2013).

Tabel 1. Persentase *OEE Standard Word Class Manufacture*

IE Factors	OEE world class
A %	90.0
PE %	95.0
Qr %	99.9
OEE %	85.0

(Sumber: Afefy, (2013)).

Tools Analysis. Six Big Losses (Enam kerugian Besar). Keseluruhan fokus dari TPM adalah mengeliminasi waste yang dikategorikan kedalam *six big losses* yaitu (Nayak, et al, 2013) :

Downtime Losses (Availability) terdiri dari : *Breakdown Losses/Equipment Failures* yaitu kerusakan mesin/peralatan yang tiba-tiba atau kerusakan yang tidak diinginkan tentu saja akan menyebabkan kerugian, karena kerusakan mesin akan menyebabkan mesin tidak beroperasi menghasilkan output. Hal ini akan mengakibatkan waktu yang terbuang sia-sia dan kerugian material serta produk cacat yang dihasilkan semakin banyak.

Setup and Adjustment Losses/kerugian karena pemasangan dan penyetelan adalah semua waktu *set-up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan pengganti satu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk proses produksi selanjutnya.

Speed Loss (Performance Efficiency) terdiri dari:

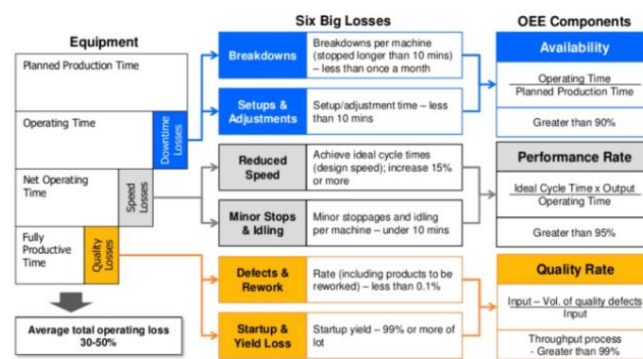
Idling and Minor Stoppage Losses disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin. Kenyataannya, kerugian ini tidak dapat dideteksi secara langsung tanpa adanya alat pelacak. Ketika operator tidak dapat memperbaiki pemberhentian yang bersifat *minor stoppage* dalam waktu yang telah ditentukan, dapat dianggap sebagai suatu *breakdown*.

Reduced Speed Losses yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi) terjadi jika kecepatan aktual operasi mesin/peralatan lebih kecil dari kecepatan optimal atau kecepatan mesin yang dirancang.

Defect Loss (Rate Of Quality Product) terdiri dari:

Process Defect yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang. Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, biaya tambahan untuk pengerjaan ulang dan limbah produksi meningkat. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah dan mengerjakan kembali ataupun untuk memperbaiki produk yang cacat. Walaupun waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki produk cacat hanya sedikit, kondisi ini dapat menimbulkan masalah yang lebih besar.

Reduced Yield Losses disebabkan material yang tidak terpakai atau sampah bahan baku.



Gambar 1. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (Sumber: Nakajima, 1988)

METODE

Jenis dan Desain Penelitian. Jenis penelitian ini adalah bersifat eksploratori yaitu penelitian yang bersifat pada pengumpulan ide-ide dan masukan-masukan khususnya masukan yang bersifat untuk menyelesaikan masalah, baik masalah yang luas/melebar maupun yang samar menjadi masalah yang terarah/terfokus.

Ruang Lingkup. Penelitian ini mengenai seberapa besar tingkat efektifitas mesin dari perhitungan *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Rate of Quality Product*, yang dinyatakan dalam *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), dan melakukan analisis terhadap faktor *Six Big Losses*.

Teknik Pengumpulan Data. Metode pengumpulan data yang dipergunakan dalam melaksanakan penelitian ini dengan menggunakan data sebagai berikut:
Data Primer.

Yaitu data yang diperoleh secara langsung dari obyek yang diteliti untuk mengetahui kejadian sesungguhnya dengan cara melakukan wawancara dengan *operator*, *supervisor* dan *staff* secara langsung di lapangan.

Data Sekunder.

Data yang tersusun berupa data kegiatan maintenance dan data *history record* yang berupa dokumen catatan kerusakan mesin pada perusahaan serta dari buku-buku dan sumber kepustakaan lainnya yang mendukung pembahasan dalam penelitian ini. Data-data tersebut antara lain (1) Data produksi perusahaan, (2) Data-data *loading time*, *operating time* mesin.

Populasi dan Sampel. Populasi penelitian ini adalah seluruh data rekaman produksi mesin elektroplating, sedangkan sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah rekaman produksi selama periode Januari 2014 sampai dengan Desember 2014.

Teknik Analisis Data. Pengolahan data yang telah diperoleh dianalisis secara deskriptif dan eksploratif yaitu dengan menyusun data kemudian diinterpretasikan dan dianalisis sehingga memberikan informasi bagi pemecahan masalah yang dihadapi secara kualitatif dan kuantitatif sesuai dengan tujuan yang akan dicapai yaitu untuk menjawab rumusan masalah mengenai *critical failure*

yang menyebabkan terjadinya kegagalan yang mempengaruhi kehandalan mesin elektroplating. Tahap pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE). Analisa perhitungan ini terdiri dari tiga faktor yang meliputi: analisis perhitungan *Availability*, *Performance Ratio*, serta *Quality Ratio* atau *Rate of Quality Product*.

Perhitungan OEE dilakukan setelah mendapatkan nilai *Availability*, *Performance*, dan *Quality Ratio* dengan formula:

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

Analisis Perhitungan Six Big Losses. Pada perhitungan *Six Big Losses* meliputi *Downtime Losses*, *Speed Losses* dan *Defect Losses*. Rumusan yang dipergunakan untuk melakukan perhitungan *six big losses* adalah sebagai berikut:

Analisis Diagram Pareto. Setelah diketahui nilai *Six Big Losses* maka dilakukan analisa *losses* tersebut dengan menggunakan diagram Pareto. Dengan tujuan untuk mengetahui *losses* utama yang paling dominan, yang menyebabkan nilai OEE pada mesin rendah dan menjadi prioritas dalam perbaikan kinerja mesin tersebut.

Analisis Diagram Sebab Akibat. Dari hasil analisis menggunakan diagram pareto maka *losses* yang menjadi prioritas akan dicari penyebab terjadinya *losses* tersebut dengan menggunakan diagram sebab akibat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan Data. Perhitungan *Availability Rate* (AR) (Ketersediaan).

Perhitungan AR dilakukan dengan persamaan berikut:

$$AR = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (2)$$

$$AR = \frac{14530 - 2338}{14530} \times 100\% = 83,91\%$$

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Availability Rate* Mesin Elektroplating Tahun 2014.

Periode	Loading Time (LT) (menit)	Downtime (DT) (menit)	Operating Time (LT-DT) (menit)	AR (%)
Januari	14530	2338	12192	83.91
Februari	16821	1933	14888	88.51
Maret	13861	1847	12014	86.67
April	15558	2586	12972	83.38
Mei	12850	1951	10899	84.82
Juni	13086	2701	10385	79.36
Juli	14096	1925	12171	86.34

Lanjutan Tabel 1

Periode	Loading Time (LT) (menit)	Downtime (DT) (menit)	Operating Time (LT-DT) (menit)	AR (%)
Agustus	12956	2167	10789	83.27
September	18495	3237	15258	82.50
Oktober	20440	2320	18120	88.65
Nopember	15761	2125	13636	86.52
Desember	19550	2270	17280	88.39
Total	188004	27400	160604	
Rata-rata	15667	2283	13384	85.19

(Sumber: Hasil Pengolahan data, 2014)

Perhitungan Performance Rate (PR). Perhitungan PR dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$PR = \frac{\text{Output} \times \text{Cycle Time Optimal}}{\text{Operating Time}} \times 100 \% \quad (3)$$

$$PR = \frac{6525 \times 1.7}{12192} \times 100\% = 90,98 \%$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Performance Rate Mesin Elektroplating Tahun 2014.

Periode	Output (pcs)	Cycle Time (CT) (menit)	Output x CT	Operating Time (OT) (menit)	PR (%)
Januari	6525	1.7	11093	12192	90.98
Februari	6458	1.7	10979	14888	73.75
Maret	5321	1.7	9047	12014	75.30
April	6362	1.7	10816	12972	83.38
Mei	5662	1.7	9627	10899	88.32
Juni	4244	1.7	7215	10385	69.48
Juli	6041	1.7	10271	12171	84.39
Agustus	5421	1.7	9216	10789	85.42
September	6156	1.7	10465	15258	68.59
Oktober	5996	1.7	10194	18120	56.26
Nopember	5661	1.7	9625	13636	70.58
Desember	5989	1.7	10177	17280	58.90
Total	69836		118725	160604	
Rata Rata	5820		9894	13384	75.45

(Sumber: Hasil Pengolahan data, 2014)

Hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai *Performance Rate* pada tahun 2014 berada dibawah standar dunia yakni sebesar 95%. *Performance rate* dari mesin elektroplating dapat dilihat bahwa PR terendah pada bulan Oktober dan Desember. Rendahnya nilai PR ini disebabkan pada bulan

tersebut mesin plating tidak dapat bekerja secara optimal sehingga tidak dapat menghasilkan jumlah produk yang sesuai dengan kemampuan mesin.

Perhitungan *Rate of Quality* (QR). Perhitungan *Rate of Quality* (QR) dilakukan dengan persamaan berikut:

$$QR = \frac{\text{Output} - \text{Defect}}{\text{Output}} \times 100\% \quad (4)$$

$$QR = \frac{6525 - 320}{6525} \times 100\% = 95,10 \%$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Quality Rate* Mesin Elektroplating Tahun 2014.

	Lanjutan Tabel 3 (pcs)	Defect (pcs)	QR (%)
Januari	6525	320	95.10
Februari	6458	279	95.68
Maret	5321	269	94.95
April	6362	361	94.32
Mei	5662	335	94.08
Juni	4244	382	91.00
Juli	6041	262	95.67
Agustus	5421	313	94.24
September	6156	396	93.57
Oktober	5996	287	95.22
Nopember	5661	205	96.38
Desember	5989	226	96.22
Total	69836	3635	
Rata	–		
Rata	5820	303	94.70

(Sumber: Hasil Pengolahan data, 2014)

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai *Quality Rate* (QR) pada tahun 2014 belum memenuhi standar dunia yang bernilai 99%. Dalam perhitungan, nilai QR terendah yaitu pada bulan juni sebesar 91,00%. Rendahnya nilai QR disebabkan oleh tingginya *defect*.

Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Perhitungan OEE dilakukan menggunakan persamaan berikut :

$$OEE = AR \% \times PR \% \times QR \% \quad (5)$$

$$OEE = 83,91 \% \times 90,98 \% \times 95,10 \%$$

$$= 72,60 \%$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Tahun 2014

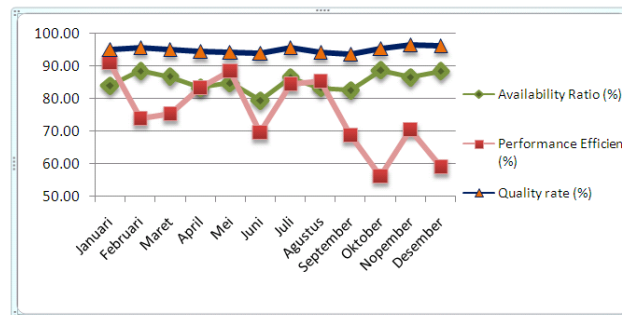
Periode	Availabiliy ratio (%)	Performance Efficiency (%)	Quality rate (%)	OEE (%)
Januari	83,91	90,98	95,10	72,60
Februari	88,51	73,75	95,68	62,45
Maret	86,67	75,30	94,95	61,98

Lanjutan Tabel 4

Periode	<i>Availability ratio (%)</i>	<i>Performance Efficiency (%)</i>	<i>Quality rate (%)</i>	<i>OEE (%)</i>
April	83,38	83,38	94,32	65,58
Mei	84,82	88,32	94,08	70,48
Juni	79,36	69,48	91,00	50,17
Juli	86,34	84,39	95,67	69,71
Agustus	83,27	85,42	94,24	67,03
September	82,50	68,59	93,57	52,95
Oktober	88,65	56,26	95,22	47,49
Nopember	86,52	70,58	96,38	58,85
Desember	88,39	58,90	96,22	50,09
Total	1022	905	1136	729
Rata – Rata	85,19	75,45	94,70	60,78

(Sumber: Hasil Pengolahan data, 2014)

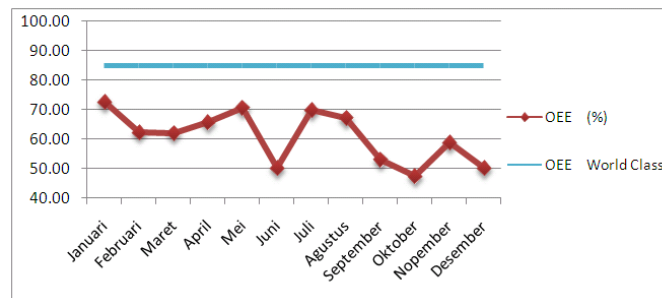
Dari Tabel 4 hasil perhitungan OEE selama tahun 2014 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata OEE selama tahun 2014 sebesar 60,78 %, dimana nilai rata-rata *Availability* = 85,19%, *Performance*= 75.45% dan *Quality* = 94,70%. Nilai *Availability*, *Performance* dan *Quality* selama tahun 2014 dapat digambarkan seperti Gambar 1 dan besarnya nilai OEE selama tahun 2014 seperti Gambar 2.



Gambar 2. Grafik *Availability Ratio (%)*, *Performance Efficiency (%)*, *Quality Rate (%)*.

(Sumber: Hasil Pengolahan data, 2014)

Dari Gambar 2 tersebut dapat dilihat bagaimana perbandingan ketiga OEE. Terlihat bahwa *Quality Rate* memiliki nilai yang relatif lebih tinggi dari komponen yang lain, dengan rata-rata sebesar 94,7%. Pada urutan kedua yaitu *Availability* dengan nilai rata-rata sebesar 85,19%. Sedangkan diurutan paling bawah yaitu *Performance Rate* dengan nilai rata-rata sebesar 75,45%. Hal ini tentunya akan sangat mempengaruhi kecenderungan nilai OEE yang ditampilkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik OEE (%).
(Sumber: Hasil Pengolahan data, 2014)

Dari Gambar 3 terlihat bagaimana fluktuasi nilai OEE selama 2014. Nilai OEE ini memiliki kecenderungan yang menurun dan masih jauh dibawah standard *world class* yang ditunjukkan oleh garis biru yaitu sebesar 85%. Hal ini tentunya disebabkan oleh ketiga komponennya yang juga masih dibawah standard *world class* sehingga menghasilkan nilai rata-rata OEE sebesar 60,78%.

Perhitungan Six Big Losses. Perhitungan *Six Big Losses* dibagi atas tiga katagori besar yaitu *downtime losse*, *speed losses*, dan *quality losses*.

Downtime Losses. Equipment Failure (breakdownt Losses). *Equipment Failure (breakdownt)* adalah keadaan dimana mesin / peralatan yang ada mengalami kerusakan sehingga mesin tersebut harus dihentikan operasinya.

$$\text{Breakdowns losses} = \frac{\text{breakdowns time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

(5)

Setup and Adjustment Losses. *Setup and adjustment losses* adalah waktu yang diperlukan untuk setup mesin mulai dari mesin berhenti hingga beroperasi dengan normal.

$$\text{Setup adjustment losses}(\%) = \frac{\text{setup time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

(6)

Speed Losses. *Speed Losses* terjadi pada saat mesin tidak beroperasi sesuai dengan kecepatan produksi maksimum yang sesuai dengan kecepatan mesin yang dirancang. Faktor yang mempengaruhi *Speed Losses* ini adalah *Idling and Minor Stoppages* dan *Reduced Speed*.

Reduced Speed.

Reduced speed adalah terjadi pengurangan atau penurunan kecepatan operasi mesin.

$$\text{Reduced speed}(\%) = \frac{\text{Operation time} - (\text{ideal Cycle Time} \times \text{output})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

(7)

Pada penelitian ini *Reduced speed* diabaikan karena jarang terjadi bahkan tidak pernah dilakukan.

Idling and Minor Stoppages. *Idling and Minor Stoppages* adalah penghentian mesin sesaat atau menunggu karena terganggu oleh faktor eksternal.

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{\text{non productive}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

(8)

Quality Losses. *Quality Defect (process defect)*. *Quality Defect (process defect)* adalah hasil produksi yang tidak memenuhi standar QC. Proses *defect* menunjukkan bahwa produk rusak/tidak memenuhi syarat.

$$\text{Quality defect losses (\%)} = \frac{\text{cycle time} \times \text{defect}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

(9)

Yield Losses. *Yield Losses* merupakan kerugian yang diakibatkan percobaan produksi pada saat melakukan setting mesin yang akan beroperasi hingga tercapainya proses yang stabil.

$$\text{Yield Losses (\%)} = \frac{\text{cycle time} \times \text{defect saat setting}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

(10)

Dalam hal ini *Yield losses* diabaikan karena pengujian atau setting mesinnya mengikuti standar tabel yang dibuat, yang berdasarkan teoritis atau perhitungan dan pengalaman, hasilnya mendekati yang diharapkan /aktual.

Rekapitulasi Six Big Losses. Dari hasil perhitungan diatas maka dapat dikelompokan atau direkap *Time six big losses* mesin elektroplating pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi *Time Six Big Losses* Mesin Elektroplating Tahun 2014.

Periode	<i>Availabiliy</i>	<i>Performa</i>	<i>Quality rate</i>	<i>Quality Defect dan Yield Losses (menit)</i>
	<i>Rate</i>	<i>nance Rate</i>	<i>rate</i>	
	<i>Breakdown Losses (menit)</i>	<i>Setup Losses (menit)</i>	<i>Idling Minor Stoppage (menit)</i>	<i>&</i>
Januari	1078	1430	1260	544
Februari	733	2019	1200	475
Maret	647	1139	1200	456
April	1386	1362	1200	614
Mei	931	1270	1020	570
Juni	1441	2874	1260	650
Juli	665	904	1260	445
Agustus	967	1084	1200	531
September	2037	2265	1200	673
Oktober	1120	1280	1200	488
Nopember	1105	1159	1020	349

Lanjutan Tabel 5

Desember	1250	1210	1020	384
Total	13360	17996	14040	6179
Rata-rata	1113	1500	1170	515

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014)

Tabel 6. Hasil Rekapitulasi Persentase *Six Big Losses* Mesin Elektroplating Tahun 2014.

Periode	<i>Availability Rate</i>	<i>Performance Rate</i>		<i>Quality Defect dan Yield Losses (%)</i>
	<i>Breakdown Losses (%)</i>	<i>Setup Losses (%)</i>	<i>Idling & Minor Stoppage (%)</i>	
Januari	7,42	9,84	8,67	3,74
Februari	4,36	12,00	7,13	2,82
Maret	4,67	8,22	8,66	3,29
April	8,91	8,75	7,71	3,95
Mei	7,25	9,88	7,94	4,43
Juni	11,01	21,96	9,63	4,96
Juli	4,72	6,41	8,94	3,16
Agustus	7,46	8,37	9,26	4,10
September	11,01	12,25	6,49	3,64
Oktober	5,48	6,26	5,87	2,39
Nopember	7,01	7,35	6,47	2,21
Desember	6,39	6,19	5,22	1,97
Total	85,69	117,48	91,99	40,66
Rata-rata	7,14	9,79	7,67	3,39

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014)

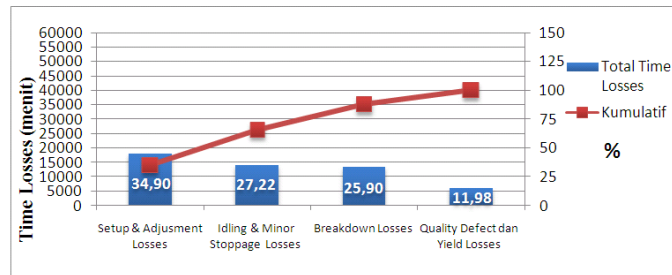
Tabel 7. Pengurutan Persentase Kumulatif faktor *Six Big Losses* mesin elektroplating

NO	<i>Six Big Losses</i>	<i>Time Losses</i>	<i>Persentas</i>	<i>Kumulati</i>
1	<i>Setup & Adjustment Losses</i>	17996	34,90	34,90
2	<i>Idling & Minor Stoppage</i>	14040	27,22	62,12
3	<i>Breakdown Losses</i>	13360	25,90	88,02
4	<i>Quality Defect dan Yield</i>	6179	11,98	100
5	<i>Reduced Speed Losses</i>	0	0	0
6	<i>Rework Losses</i>	0	0	0

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014)

Dari Tabel 7 Dapat disimpulkan bahwa faktor terbesar yang menyebabkan losses yang berpengaruh terhadap efektifitas mesin elektroplating adalah faktor *Downtime* pada *setup dan Adjustment* sebesar 34,89% dan diikuti *Idling & Minor Stoppage Losses* sebesar 27,22%.

Analisis dengan Diagram Pareto. Dari hasil pengurutan rekapitulasi persentasi komulatif *Time Losses*, *Six big Losses* mesin elektroplating tersebut maka dapat digambarkan diagram paretonya sehingga terlihat jelas urutan dari ke enam faktor yang mempengaruhi efektivitas mesin. Diagram pareto ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Pareto Persentase Faktor *Six Big Losses* Periode Januari-Desember
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014)

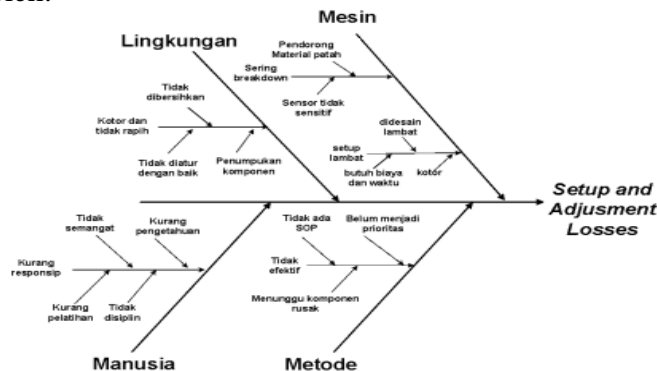
Dari diagram pareto dapat dilihat bahwa faktor yang memberikan kontribusi terbesar dari faktor *six big losses* adalah *setup dan Adjustment* sebesar 34,89% dan diikuti *Idling & Minor Stoppage Losses* sebesar 27,22%.

Analisis Diagram Sebab Akibat. Faktor-faktor yang akan dianalisa dengan menggunakan diagram sebab akibat adalah faktor *setup and Adjustment* dan *Idling & Minor Stoppage Losses*.

Dari hasil pertemuan tim teknis perusahaan, dan departemen lainnya dalam mendiskusikan tentang permasalahan- permasalahan yang muncul maka didapatkan kesepakatan adalah sebagai berikut:

Dari hasil analisa tim perusahaan maka dapat dibuat diagram sebab akibat untuk faktor *setup and adjustment* dan *idling and minor stoppages time losses* adalah sebagai berikut:

Setup and Adjustment Losses. Rendahnya produktifitas mesin yang diakibatkan tidak beroperasinya mesin sehingga tidak menghasilkan produk yang optimal disebabkan oleh:

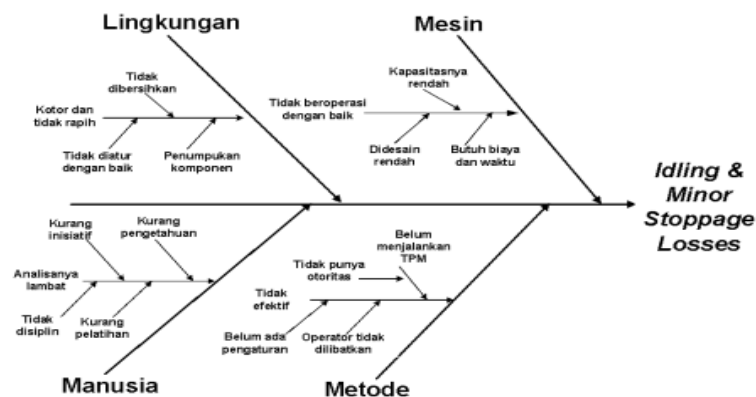


Gambar 5. Diagram Sebab akibat *Setup and adjustment Losses*
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014)

Manusia/Operator. Pertama, kurang responsif dan inisiatif dalam mengawasi operasi mesin, karena kurangnya observasi yang dilakukan operator yang bertugas. Tidak pernah diberikan pelatihan secara berkelanjutan, sehingga operator kurang dalam pengetahuan. **Kedua**, tidak disiplin dalam menjalankan tugasnya serta rendahnya motivasi kerja operator. **Ketiga**, operator kurang terampil, karena kurangnya pelatihan yang diberikan sehingga operator kurang dalam pengetahuan dan tidak dapat meningkatkan keterampilannya.

Mesin. *Setup* mesin sangat lambat dalam melakukan pemanasan larutan karena kondisi desain awal mesin lambat, yang mengakibatkan mesin tidak dapat beroperasi secara cepat. Terjadi *breakdown* karena pendorong material yang akan di plating sering patah, karena sensor kurang sensitif. **Pertama**, metode, pada faktor metode tingginya *setup and adjusment losses* disebabkan karena belum ada *Standard Operational Procedure* (SOP) sehingga tidak efektif. **Kedua**, lingkungan, lingkungan kerja kotor dan tidak rapih serta tidak tertata dengan baik.

Idling & Minor Stoppage Losses.



Gambar 6. Diagram Sebab Akibat *Idling and Minor Stoppage Losses*.
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014)

Manusia/Operator. Analisis yang lambat, kurang inisiatif, kurang pengetahuan serta kurangnya pelatihan, kurang teliti dalam merawat dan membersihkan mesin yang mengakibatkan mesin sering berhenti.

Mesin. Mesinnya tidak beroperasi dengan baik karena kapasitasnya rendah, dan butuh biaya dan waktu.

Metode. Tidak efektif, operator tidak dilibatkan, tidak punya otoritas, belum ada pengaturan dan belum punya standard *operational procedure* (SOP).

Lingkungan. Lingkungan kerja kotor dan tidak rapih serta tidak tertata dengan baik.

Pembahasan. Nilai hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) saat ini. Analisis hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dilakukan untuk melihat efektifitas penggunaan mesin elektroplating selama periode Januari sampai dengan Desember 2014.

Selama periode Januari-Desember 2014 diperoleh nilai OEE berkisar antara 47,49% - 72,60% dan *Ratio Performance* berkisar antar 56,26% - 90,98%, *Availability* berkisar antara 79,36% - 88,65% sedangkan *Quality rate* berkisar antara 91,00 – 96,38%.

Nilai OEE tertinggi pada bulan Januari sebesar 72,60% hal ini disebabkan karena tingginya *Performance Ratio* sebesar 90,98%, *Availability Ratio* 83,91% dan *Quality Ratio* sebesar 95,10%.

Sedangkan nilai OEE terendah pada bulan Oktober sebesar 47,49%, hal ini disebabkan karena tingkat *performance ratio* yang rendah yaitu 56,26% dan *Availability Ratio* sebesar 88,65% dan *Quality Ratio* sebesar 95,22%.

Nilai OEE rata-rata sebesar 60,78%, rata-rata *Availability Ratio* sebesar 85,19%, rata-rata *Performance ratio* sebesar 75,45% dan rata-rata *Quality Ratio* sebesar 94,70%, sehingga dapat dikatakan bahwa pengukuran nilai OEE mesin elektroplating belum memenuhi standard *World Class*. Dimana nilai OEE standard *World Class* seperti Tabel 5.1.

Tabel 8. Persentase nilai *Availability*, *Performance Efficiency*, *Rate Of Quality*, *Standard Word Class Manufacturing* (SWCM), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

Faktor	Rata-rata mesin (%)	Standart WCM (%)	Persentase (%)	%
<i>Availability</i>	85,19	90,00	94,65	- 4,81
<i>Performance Efficiency</i>	75,45	95,00	79,42	- 19,55
<i>Rate Of Quality</i>	94,70	99,00	94,79	- 5,16
<i>OEE</i>	60,78	85,00	71,51	- 24,22

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014)

Kerugian (*Losses*) Penyebab Rendahnya OEE. Analisa terhadap hasil perhitungan *six big losses*, adalah untuk mengetahui faktor yang dominan atau yang berkontribusi dari masing-masing faktor *six big losses*. Sesuai aturan pareto nilai persentase kumulatif dibawah atau sama dengan 80% menjadi prioritas permasalahan yang akan dibahas selanjutnya. Oleh karena itu kedua faktor yang akan dibahas yaitu *set up and adjusment* dan *idling and stoppage*, dimana besarnya nilai persentase kumulatif *setup and adjusment losses* dan *Idling Minor Stoppage losses* yaitu 34,90% dan 62,12%.

Upaya Perbaikan untuk meningkatkan nilai OEE. Dari hasil analisa penyebab masalah yang terjadi maka dapat diringkas akar penyebab masalah dan upaya perbaikan masalah pada Tabel 9.

Tabel 9. Ringkasan Analisis Sumber Penyebab dan Upaya Perbaikan

Katagori	Masalah	Penyebab	Upaya Perbaikan
<i>Setup and adjustment losses.</i>	Pemanasan larutan terlalu lama. Pendorong material yang akan di plating sering patah.	Kemampuan Pemanas larutan terbatas. Sensor pendorong tidak sensitif	Modifikasi/pena mbahan pemanas larutan. Modifikasi/merubah sensor yang lebih sensitif.
<i>Idling Minor Stoppages Losses</i>	Hasil produksi kasar	Filter tidak bekerja maksimal	Kapasitas filter di tingkatkan

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014)

Implikasi Bagi Perusahaan. Usulan Pemecahan Masalah *Six Big Losses*. Berdasarkan perhitungan persentase *time loss* dari diagram pareto faktor *six big losses* dapat diketahui bahwa presentase *Setup and Adjustment losses* dan *Idling Minor Stoppages losses* memiliki persentase yang terbesar dan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi dalam efektifitas mesin. Oleh karena itu perlu dirumuskan usulan pemecahan masalah untuk *Set up and Adjustment losses* dan *Idling Minor Stoppages losses* sebagai langkah awal dalam usaha peningkatan produktifitas dan efisiensi mesin elektroplating.

Usulan peningkatan produktifitas dan efisiensi mesin elektroplating maka dapat dikembangkan melalui hasil analisa perbaikan faktor penghambat dan faktor dominan terhadap *Setup and Adjustment losses* dan *Idling Minor Stoppages losses*. Langkah-langkah yang dapat dilaksanakan antara lain:

Perbaikan terhadap mesin produksi. *Availability* (ketersediaan) mesin harus selalu dalam kondisi siap digunakan untuk produksi. Perlu dilakukan modifikasi komponen peralatan pemanas larutan, agar waktu *setup* mesin lebih cepat. Melakukan perbaikan dan penggantian komponen mesin yang sudah tidak sesuai dengan kebutuhan. Untuk mengatasi kerusakan yang berhubungan dengan mesin diperlukan peningkatan perawatan secara berkala.

Perbaikan terhadap faktor tenaga kerja. Faktor tenaga kerja seharusnya memiliki perhatian lebih, karena manusia merupakan bagian dari sistem kerja yang berperan sebagai variabel hidup. Perbaikan faktor tenaga kerja antara lain: Memberikan program pelatihan yang lebih efektif terhadap pekerja baru maupun pekerja yang lama, sesuai kompetensinya agar meningkatkan keterampilan operator di stasiun kerja. Meningkatkan motivasi karyawan dengan cara memberikan *reward* atau penghargaan kepada karyawan yang telah memberikan gagasan, solusi, ide untuk improvement kepada perusahaan. Menerapkan disiplin kerja kepada karyawan agar tercipta suana kerja yang teratur, nyaman dalam menjalankan proses produksi. Meningkatkan pengawasan terhadap operator dan memberikan sanksi tegas terhadap karyawan yang tidak disiplin.

Perbaikan terhadap metode. Menentukan standard kerja untuk melakukan perbaikan dan perawatan mesin. Menentukan standart kerja untuk pelaksanaan kerja yang efektif, nyaman, aman dan efisien bagi karyawan dan operator.

Perbaikan terhadap Lingkungan. Menerapkan sistem 5R (ringkas, rapih, resik, rawat dan rajin) pada area peralatan mesin produksi. Yaitu cara untuk mengatur/mengelola tempat kerja menjadi tempat yang lebih baik secara berkelanjutan. Dimana 5R adalah landasan untuk membentuk prilaku manusia agar memiliki kebiasaan yang baik. Dengan penerapan 5S sebagai berikut: Membedakan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan serta membuang yang tidak diperlukan. Menentukan tata letak yang tertata rapi sehingga kita selalu menemukan barang yang dibutuhkan. Menghilangkan sampah kotor dan barang asing untuk memperoleh tempat kerja yang bersih

Berarti memelihara barang dengan teratur, rapih dan bersih. (mempertahankan tiga kondisi diatas yaitu Ringkas rapi resik). Melakukan suatu yang benar sebagai kebiasaan (mendisiplinkan diri untuk melakukan empat hal diatas yaitu ringkas, rapih, resik dan rawat). Memberikan *reward* kepada karyawan yang dinilai baik dalam melaksanakan sistem 5R di area kerjanya.

Usulan Penerapan *Total Productive Maintenance*. Berdasarkan analisis faktor-faktor dominan dari *six big losses* maka perlu dilakukan perbaikan secara menyeluruh. Rekomendasi terhadap hal tersebut adalah dengan penerapan *Total Productive Maintenance* di PT. URMI, yaitu dengan menjalankan 8 Pilar TPM.

PENUTUP

Kesimpulan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut : (1) Hasil pengukuran tingkat efektifitas mesin elektroplating dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada bulan Januari-Desember 2014 rata-rata 60,78%. Rendahnya nilai OEE selama bulan Januari-Desember 2014 dipengaruhi oleh nilai *Performance and Availability*. (2) Faktor yang memiliki persentase terbesar dari faktor *six big losses* adalah *Setup and adjusment losses* sebesar 34,90% dan *idling minor stoppage losses* sebesar 27,22%. Sedangkan faktor yang paling dominan terhadap tingginya *Setup and adjusment losses* dan *idling minor stoppage losses* adalah faktor mesin/peralatan dan manusia atau pekerja yang belum menerapkan konsep TPM. (3) Upaya perbaikan untuk meningkatkan nilai OEE dan mengeliminasi *Six Big Losses* yang terjadi pada mesin Elektroplating antara lain : (1) Penerapan TPM yaitu *Autonomous Maintenance* yang bertujuan meningkatkan kemampuan dan keterlibatan operator dalam melakukan pemeliharaan sendiri sehingga mengurangi *downtime*. (2) Membuat standar petunjuk kerja atau SOP tentang mengoperasikan dan melakukan perawatan mesin Elektroplating. (3) Melakukan modifikasi komponen mesin Elektroplating, yang sudah tidak sesuai dengan kebutuhan produksi.

Saran. Untuk pengembangan lebih lanjut terkait dengan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk peneliti selanjutnya sebagai berikut : (1)

Diperlukan Pengukuran secara menyeluruh, peralatan produksi untuk mengetahui nilai OEE keseluruhan. (2) Perlu dilakukan penelitian lanjut pada seluruh departemen untuk mengetahui biaya yang timbul karena tidak efisiensinya peralatan produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afey, I. H. (2013). Implementation of total productive maintenance and overall equipment effectiveness evaluation. *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering*, 13(01), 69-75.
- Hedge, H. G., Mahesh, N. S., & Doss, K. (2009). Overall Equipment Effectiveness Improvement by TPM and 5S Techniques in a CNC Machine Shop. *SaSTech*, 8, 25-32.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.(Translation). *Productivity Press, Inc.*, 1988, 129.
- Nayak, D. M., Vijaya Kumar, M. N., Naidu, G. S., & Shankar, V. (2013). Evaluation Of Oee In A Continuous Process Industry On An Insulation Line In A Cable Manufacturing Unit. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(5), 1629-1634.