

## PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) UNTUK MENGEVALUASI EFEKTIVITAS MESIN *CIRCULAR LOOM* DENGAN PERHITUNGAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)

Krishna Tri Sanjaya<sup>1</sup>, Moh. Muhyidin Agus Wibowo<sup>2</sup>, Ervan Novanda<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri Universitas PGRI Ronggolawe Tuban

Email : krishnatrisanjaya80@gmail.com

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan manufaktur plastik yang sering menghadapi masalah *downtime* yang besar dalam mesin produksi plastik. Dalam perusahaan telah menerapkan sistem pemeliharaan tetapi dalam pelaksanaannya masih belum optimal dilihat dari tidak tercapainya target produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur nilai efektifitas mesin, menemukan akar permasalahan dan memberikan saran untuk perbaikan. Penelitian ini menentukan desain *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk dapat menghilangkan enam kerugian besar dan meningkatkan nilai efektifitas peralatan secara keseluruhan (OEE). Hasil dari LSL-2 20 circular loom menunjukkan bahwa nilai OEE rata-rata 48,88% dari nilai efektifitas ini sangat rendah karena standar OEE untuk perusahaan kelas dunia adalah 85%. Faktor terbesar yang mempengaruhi nilai rendah OEE adalah tingkat kinerja dengan faktor persentase enam kerugian besar pada pemalasan dan penghentian kecil rata-rata 37,60% dari semua kehilangan waktu. Tindakan perbaikan yang diusulkan diperiksa secara berkala, memberikan pelatihan kepada operator dan teknisi serta menjaga kebersihan tempat kerja.

**Kata kunci:** *Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losse*

### Abstract

The research was conducted on plastic manufacturing companies that often downtime problems in plastic production machines. In the company has implemented the system of maintenance but in its implementation still not optimal seen from not achieving production target. This study aims to measure the value of machine effectiveness, find the root cause of the problem and provide suggestions for improvement. This research determines the design of Total Productive Maintenance (TPM) to be able to eliminate six big losses and increase the overall equipment effectiveness (OEE) value. The results of LSL-2 20 circular loom showed that the average OEE value of 48.88% of this effectiveness value is very low because the standard of OEE for world class company is 85%. The biggest factor that influences the low value of OEE is the performance rate with the percentage factor of six big losses on idling and minor stoppages averaging 37.60% of all time loss. Proposed repair actions are checking periodically, providing training to operators and technicians as well as maintaining the cleanliness of the workplace.

**Kata kunci :** *Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losse*

## 1. PENDAHULUAN

*Total Productive Maintenance* (TPM) adalah pendekatan yang diakui untuk meningkatkan kinerja kegiatan pemeliharaan yang dilakukan oleh semua lini dalam suatu organisasi sebagai usaha untuk memaksimalkan efisiensi dan efektifitas fasilitas secara keseluruhan (Adnan et al, 2014). Untuk menjaga kondisi mesin agar tidak mengalami kerusakan atau paling tidak untuk mengurangi jenis waktu kerusakannya, sehingga proses produksi tidak terlalu lama berhenti, maka dibutuhkan sistem peralatan dan pemeliharaan mesin yang baik dan tepat sehingga hasilnya dapat meningkatkan efektifitas mesin dan kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dapat dihindari. Hal ini tentunya akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan karena selain dapat menurunkan tingkat efektifitas mesin yang secara langsung mengakibatkan adanya biaya yang

harus dikeluarkan akibat kerusakan mesin tersebut juga mempengaruhi tingkat kepercayaan konsumen (Halim Mad Lazim. Et al, 2013). Kerusakan mesin yang sering terjadi akibat kurangnya kegiatan perawatan pada komponen mesin yang akan menghambat kegiatan proses produksi. Terhambatnya kegiatan proses produksi dapat menghasilkan kerugian pada perusahaan akibat berkurangnya kemampuan produksi perusahaan tersebut. Kerugian akibat mesin rusak adalah seperti bahan baku yang diolah ketika mesin rusak harus buang atau dinyatakan *reject*. Dengan perawatan yang teratur dan baik dapat meningkatkan produktivitas perusahaan karena mesin yang digunakan dapat berfungsi dengan baik dan siap pakai (Ryan Febrianda, 2015).

Sebagian besar produksi dan total biaya produksi (30-50%) saat ini dilakukan di dalam pabrik. Karena bisnis ini profitabilitas sangat terpengaruh karena kualitas perawatan. Hal ini sangat Penting bagi perusahaan untuk meningkatkan biaya pemeliharaan sejak itu sepenuhnya mempengaruhi anggaran operasional pada perusahaan manufaktur. Perusahaan-perusahaan terus meningkatkan fungsi pemeliharaan untuk meningkatkan ketersediaan produk sepanjang waktu, kualitasnya dan juga meningkatkan standar dan persyaratan keselamatan mereka. (Venkateswaran, 2017).

Berdasarkan informasi yang didapat dari kegiatan produksi, mesin *circular loom LSL-2 no 20* yang memiliki *downtime* yang besar dari pada mesin *circular loom* lainnya. Apabila terjadi kerusakan maka proses produksi tidak akan berjalan secara maksimal. Oleh karena itu perlu sistem perawatan mesin yang tepat untuk perusahaan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Masalah yang terjadi seperti sering terjadinya kerusakan mesin saat produksi yang menyebabkan berhentinya waktu produksidan produk cacat yang tidak sesuai dengan spesifikasi kualitas produksi, sehingga perusahaan tidak dapat mencapai target produksi. Oleh sebab itu perlu dilakukan langkah-langkah yang tepat dalam pemeliharaan mesin untuk menanggulangi dan mencegah masalah yang sering terjadi. Salah satunya dengan melakukan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM).

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara, yaitu survei langsung ke lapangan dan merekap data laporan harian mesin *circular loom LSL-2 no 20* selama 3 bulan terakhir mulai bulan Desember 2017 sampai Februari 2018. Adapun data dikumpulkan yaitu profil perusahaan, data kerusakan mesin, data kerja mesin *circular loom LSL-2 no 20*, data hasil produksi mesin *circular loom LSL-2 No 20*, dan data produk cacat.

### 2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk melakukan penyelesaian dari masalah yang diteliti. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data meliputi :

#### 1. Penentuan Mesin Kritis

Penentuan Mesin kritis dilakukan untuk mengetahui mesin mana yang paling sering terjadi kerusakan, pengerjaannya dengan menggunakan diagram pareto.

#### 2. Pengujian Distribusi Kerusakan

Pengujian Distribusi Kerusakan dilakukan untuk menentukan data kerusakan berdistribusi *weibull*, *normal*, *lognormal*, atau *eksponensial* dan dilakukan perhitungan parameter distribusi sehingga dapat diketahui MTTF/MTTR.

#### 3. Penentuan *Availability Ratio*

*Availability*, adalah rasio waktu operasi time terhadap *loading time*-nya.

#### 4. Perhitungan *Performance Efficiency*

*Performance Efficiency* adalah rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*).

#### 5. Perhitungan *Rate of Quality Product*

*Rate of Quality Product* adalah rasio produk yang baik yang sesuai dengan spesifikasi kualitas produk yang telah ditentukan terhadap jumlah produk yang diproses.

#### 6. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Setelah nilai *availability*, *performance efficiency* dan *rate of quality* pada mesin blowing diperoleh maka dilakukan perhitungan nilai *overall equipment effectiveness (OEE)* untuk mengetahui besarnya efektivitas penggunaan mesin. OEE merupakan perhitungan hasil dari rasio output aktual dari peralatan dengan output maksimum di bawah kondisi terbaik (Almeanazel, 2010)

Peningkatan dalam OEE dihitung dan dibandingkan dengan indeks OEE perusahaan manufaktur kelas dunia. Analisis ini penting untuk menilai output dari implementasi TPM dan mengembangkan kebijakan masa depan untuk melanjutkan program TPM perusahaan (Rachin Goyal et al, 2015).

#### 7. Perhitungan OEE *Six Big Losses*

##### a. Perhitungan *Downtime Losses*

###### 1). Perhitungan *Equipment Failures (Breakdown)*

Kegagalan mesin melakukan proses (*equipment failure*) atau kerusakan (*breakdown*) yang tiba-tiba tidak diharapkan terjadi adalah penyebab kerugian yang jelas, karena kerusakan tersebut akan mengakibatkan mesin tidak menghasilkan *output*.

###### 2). Perhitungan *Set-up and Adjustment*

Kerusakan pada mesin maupun pemeliharaan mesin secara keseluruhan akan menyebabkan mesin itu harus dihentikan terlebih dahulu. Sebelum mesin difungsikan kembali akan dilakukan penyesuaian terhadap mesin fungsi mesin tersebut yang dinamakan dengan waktu *set-up dan adjustment* mesin.

##### b. Perhitungan *Speed Loss*

*Speed loss* terjadi pada saat mesin tidak beroperasi sesuai dengan kecepatan mesin yang dirancang. Faktor yang mempengaruhi *speed loss* ini adalah *idling and minor stoppages* dan *reduced speed*.

###### 1). Perhitungan *Idling and Stoppages*

*Idling and stoppages* terjadi jika mesin berhenti secara berulang-ulang atau mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk. Jika *idling and minor stoppages* sering terjadi maka dapat mengurangi efektivitas mesin.

###### 2). Perhitungan *Reduced Speed*

*Reduced loss* adalah selisih antara waktu kecepatan produksi aktual dengan kecepatan mesin yang ideal.

##### c. Perhitungan *Defect loss*

*Defect loss* adalah mesin tidak menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dan standart kualitas produk yang telah ditentukan dan scrap sisa hasil proses selama produksi berjalan. Faktor yang dikategorikan kedalam *defect loss* adalah *rework loss* dan *yield/scrap loss*.

###### 1). Perhitungan *Rework loss*

*Rework loss* adalah produk yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas yang telah ditentukan maupun masih dapat diperbaiki ataupun dikerjakan ulang.

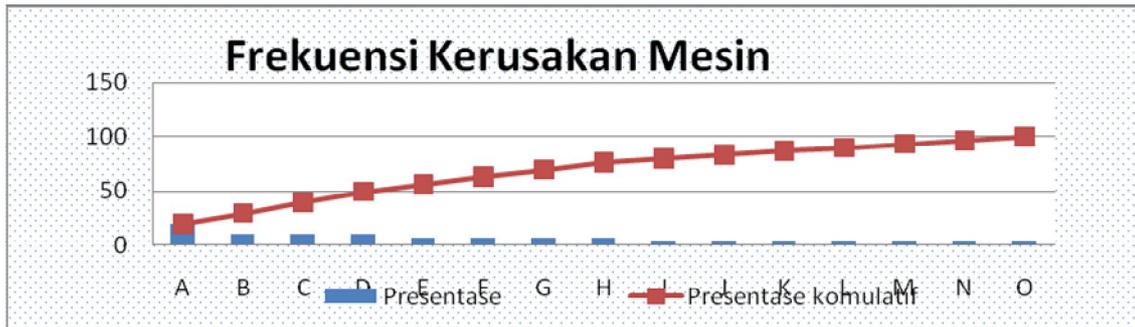
###### 2). Perhitungan *Yield/Scrap loss*

*Yield/scrap loss* adalah kerugian yang timbul selama proses produksi belum mencapai keadaan produksi yang stabil pada saat proses produksi mulai dilakukan sampai tercapainya keadaan proses yang stabil, sehingga produk yang dihasilkan pada awal proses sampai keadaan stabil dicapai tidak memenuhi spesifikasi kualitas yang diharapkan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Penentuan Mesin Kritis

Penentuan mesin kritis dilakukan berdasarkan frekuensi kerusakan tertinggi yang terjadi selama 3 bulan. Penentuan mesin kritis ini dilakukan dengan menggunakan diagram pareto.



Gambar 1 Diagram Pareto Kerusakan Mesin

Keterangan diagram :

- A. CL LSL-2 no20
- B. CL LSL-2 no17
- C. CL LSL-2 no25
- D. CL SL-2 no09
- E. CL SL-2 no10
- F. CL SL-2 no27
- G. CL SL-2 no01
- H. CL SL-2 no18
- I. CL SL-2 no21
- J. CL SL-2 no26
- K. CL SL-2 no23
- L. CL SL-2 no30
- M. Printing
- N. Extrude
- O. Cutter-sewing

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa kerusakan mesin yang sering terjadi adalah pada mesin *circular loom LSL-2 no20*.

### 3.2 Pengujian Distribusi Kerusakan

Pengujian distribusi kerusakan dilakukan terhadap mesin dengan tingkat kerusakan paling tinggi yang dapat dilihat pada gambar 1. Uji yang dilakukan adalah *Mann's Test*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi *Weibull* dua parameter atau tidak. Untuk meyakinkan bahwa distribusi kerusakan mengikuti distribusi *Weibull* pengujian dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95%. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

Hipotesis :

$H_0$  : Pola waktu antar kerusakan berdistribusi *Weibull* dua parameter.

$H_1$  : Pola waktu antar kerusakan tidak berdistribusi *Weibull* dua parameter.

Menurut Fajar (Fajar,2013) pengujian statistiknya adalah :

$$M = \frac{k_2 \sum_{i=1}^{r-1} \left[ \frac{(\ln t_{i+1} - \ln t_i)}{M_i} \right]}{k_2 \sum_{i=1}^{r-1} \left[ (\ln t_{i+1} - \ln t_i) / M_i \right]}$$

- Dimana :
- $T_i$  = Waktu reparasi atau waktu operasional
  - r = Jumlah pengamatan = 5
  - i = 1,2,3,...,n = periode ke i
  - $k_1 = \frac{r}{2} = \frac{5}{2} = 2,5$
  - $k_2 = \frac{r-1}{2} = \frac{5-1}{2} = 2$
  - $\alpha = 0,95$

Tabel 1. Uji Distribusi Weibull

No	$X_i$	$\ln X_i$	$Z_i = \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{i-0,5}{n+0,25} \right) \right]$	$M_i = Z_{i+1} - Z_i$	$\ln X_{i+1} - \ln X_i$	$\frac{\ln X_{i+1} - \ln X_i}{M_i}$
1	11	2,3979	-2,3018	1,2125	0,2412	0,1989

2	14	2,6391	-1,0892	0,6533	0,4520	0,6919
3	22	3,0910	-0,4360	0,5300	0,0000	0,0000
4	22	3,0910	0,0940	0,5717	0,0445	0,0778
5	23	3,1355	0,6657			
Jumlah						0,9685

$$M = \frac{k_1 \sum_{i=1}^{k-1} [(int_{i+1} - int_i) / M_i]}{k_2 \sum_{i=1}^{k-1} [(int_{i+1} - int_i) / M_i]} = \frac{2,5 \sum_{i=1}^4 (0,0778)}{2,5 \sum_{i=1}^4 (0,8908)} = \frac{0,1944}{2,2270} = 0,0873$$

Menentukan daerah kritis dengan  $\alpha = 0,95$  dari hasil pengolahan data menggunakan Tabel  $F_{(0,95;2;2)(2;2k1)} = F_{(0,95;4;5)} = 6,26$

Kesimpulan : Karena nilai  $M = 0,0873 < F_{(0,95;4;5)} = 6,26$  ; maka  $H_0$  diterima artinya waktu operasi mesin *cicular loom LSL-2 no20* adalah berdistribusi *weibull*.

### 3.3 Perhitungan Parameter Distribusi Weibull

Berdasarkan hasil pengujian distribusi selanjutnya melakukan perhitungan parameter distribusinya, berikut merupakan perhitungan parameternya :

Tabel 2. Parameter Distribusi Weibull

No	Ti	ln Xi	$F_{ti} = \frac{i-0,3}{n-0,4}$	$Y_{ti} = \ln \left[ \ln \left( \frac{1}{1-F_{ti}} \right) \right]$	$X_i Y_i$	$X_i^2$
1	11	2,3979	0,1296	-1,9745	-4,7345	5,7499
2	14	2,6391	0,3148	-0,9727	-2,5670	6,9646
3	22	3,0910	0,5000	-0,3665	-1,1329	9,5545
4	22	3,0910	0,6852	0,1448	0,4475	9,5545
5	23	3,1355	0,8704	0,7145	2,2402	9,8313
Jumlah	14,3545	2,5000		-2,4544	-5,7468	41,6549

Pendekatan pertama pada perhitungan diatas yaitu menentukan persamaan garis  $\hat{Y} = a + bX$ . Apabila sesuai dari asumsi dari distribusi, dengan rumus :

$$\beta = b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = \frac{5 \cdot (-5,7468) - (14,3545) \cdot (-2,4544)}{5 \cdot 41,6549 - (14,3545)^2}$$

$$= \frac{-28,734 + 35,2817}{208,2745 - 206,0517} = \frac{6,4977}{2,2228} = 2,9232$$

$$\alpha = a = \frac{\sum Y_i - b \sum X_i}{n} = \frac{-2,4544 - 41,9611}{5} = -8,8831$$

Menentukan  $\theta$  sebagai parameter distribusi *Weibull*, dengan rumus :

$$\theta = e^{-\alpha/\beta} = e^{-(-8,8831)/2,9232} = e^{3,0389} = 20,8822$$

Dimana :  $-\alpha = -8,8831$                        $-\beta = 2,9232$   
 $-\theta = 20,8822$

Setelah nilai dari parameter ( $\theta$ ) dan parameter ( $\beta$ ) diketahui, dilanjutkan dengan menentukan nilai MTTF (*Mean Time To Failure*) dengan satuan hari adalah sebagai berikut :  $\Gamma(1,34) = 0,8922$ .

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= \theta \Gamma \left[ 1 + \frac{1}{\beta} \right] = 20,8822 \Gamma \left[ 1 + \frac{1}{2,9232} \right] = 20,8822 \Gamma(1,34) \text{ Tabel I} \\ &= 20,8822(0,89198928) = 18,62 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama, maka dilakukan *man's test* untuk waktu reparasi, untuk membuktikan data yang ada berdistribusi *Weibull* dan menentukan nilai MTTR. Berdasarkan perhitungan tersebut, maka diperoleh hasil keseluruhan *mann's test*. berdasarkan hasil pengujian Mann (*Mann's Test*) dari waktu kegagalan mesin dan waktu reparasi didapatkan sebagai berikut :

**Tabel 3.** Hasil *Mann's test* Waktu Kegagalan Mesin Dan Waktu Reparasi

No	Weibull	M	F	Perbandingan	Keterangan	$\beta$	$\alpha$	$\theta$	MTTF (Hari)	MTTF (Hari)
1	Waktu Kegagalan	0,0873	6,26	M < F	Berdistribusi Weibull	2,923	-8,883	20,883	18,62	
2	Waktu Reparasi	3,6866	4,95	M < F	Berdistribusi Weibull	2,667	-0,094	1,036		0,0383

Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa rata-rata waktu kegagalan adalah 18,62 hari dan rata-rata waktu reparasi yang dilakukan pada mesin *circular loom* adalah 0,0383 hari dan komponen berada pada laju kegagalan karena semakin meningkat dengan bertambahnya usia pakai mesin *circular loom*, tersebut, maka seharusnya dalam perusahaan perlu melakukan pengecekan minimal 18 hari sekali untuk dapat mengurangi *downtime* yang terjadi pada mesin *circular loom LSL-2 no 20*. Dari seringnya terjadi *downtime* pada mesin tersebut, perlu dilakukan analisis penyebab kerusakan dengan melakukan pengukuran nilai OEE pada mesin untuk mengetahui faktor dari penyebab sering terjadinya kerusakan pada mesin.

### 3.4 Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Setelah nilai *availability*, *performannce efficiency* dan *rate of quality product* pada mesin *circular loom LSL-2 no 20* diperoleh maka dilakukan perhitungan nilai *overall equipment effectiviness (OEE)* untuk mengetahui besarnya efektivitas penggunaan mesin *circular loom*. Perhitungan OEE adalah perkalian nilai *availability*, *performance efficiency* dan *rate of quality product* yang diperoleh. Berdasarkan perhitungan OEE pada mesin *circular loom LSL-2 no.20* selama 3 bulan yakni dari 1 Desember 2017 sampai 28 Februari 2018 dengan perhitungan dari *microsoft excel* dapat dilihat secara rata-rata pencapaian OEE hanya sebesar 68,58 % dan nilai terendah terdapat pada tanggal 7 Januari 2017 nilai OEE hanya mencapai nilai sebesar 51,00 % sedangkan nilai OEE terbesar terdapat pada tanggal 1 Januari 2018 nilai OEE mencapai nilai sebesar 77,32 %. Pencapaian ini masih sangat kecil jika dibandingkan dengan nilai OEE dari mesin dari nilai ideal yang merupakan standard dari perusahaan kelas dunia yaitu sebesar 85 %. Nilai tersebut dengan komposisi tiga rasio dari *availabilty* sebesar 90 %, *performance rate* sebesar 95 %, *quality rate* sebesar 99 %

### 3.5 Six Big Losses

Nakajima dalam Nindhita et al (2012) mendefinisikan *six big losses* sebagai berikut :

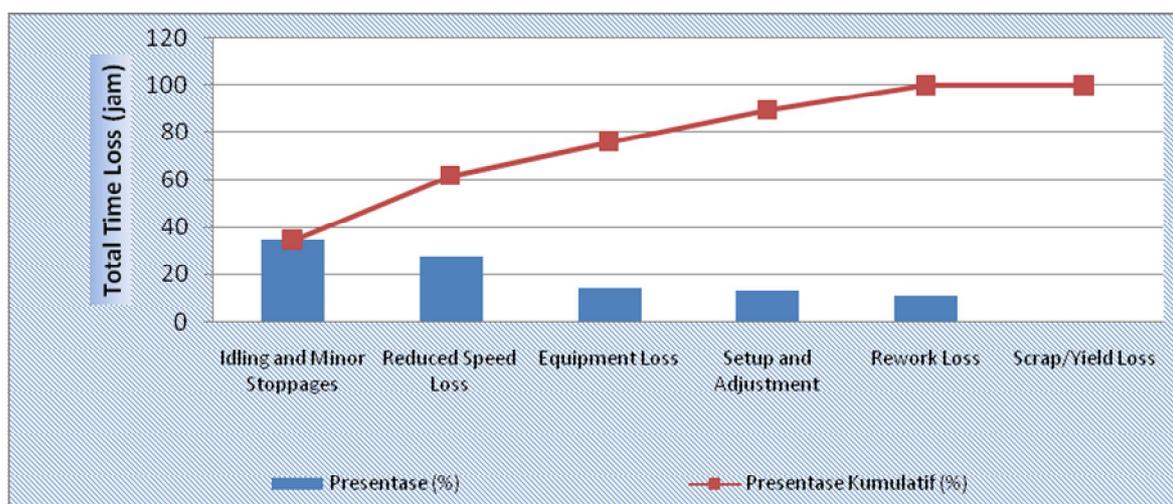
1. *Equipment failure/breakdown losses*
2. *Set-up/adjustment time losses*
3. *Idling and minor stop losses*
4. *Reduced speed losses*
5. *Reduced yield*
6. *Quality defects and rework*

Setelah dilakukan perhitungan OEE, selanjutnya dilakukan proses identifikasi *six big losses* selama 3 bulan. Dari data-data yang diperoleh, *six big losses* yang terjadi ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4.**Presentase Faktor *Six Big Losses* Mesin

No	<i>Six Big Losses</i>	Total Time Loss (jam)	Presentase (%)	Presentase Kumulatif (%)
1	<i>Idling and Minor Stoppages</i>	224,17	34,37	34,37
2	<i>Reduced Speed Loss</i>	178,78	27,41	61,78
3	<i>Setup and Adjustment</i>	92,93	14,25	76,03
4	<i>Equipment Loss</i>	86,18	13,21	89,24
5	<i>Rework Loss</i>	70,15	10,76	100,00
6	<i>Scrap/Yield Loss</i>	0	0,00	100,00
Total		652,21	100,00	

Dengan melakukan analisis diagram pareto terhadap seluruh jenis *losses*, akar permasalahan yang sesungguhnya dapat ditemui. Dari *six big losses* diatas dapat digambarkan dalam diagram pareto dibawah ini (Gambar 2) yang memperlihatkan dengan jelas pengaruh *six big losses* tersebut terhadap efektivitas mesin *circular loom LSL-2 no.20*. pada diagram dibawah ini terlihat bahwa *idling and minor stoppages* merupakan faktor dominan yang menyebabkan rendahnya nilai OEE



**Gambar 2** Diagram Pareto *Six Big Losses*

Melalui diagram pareto dapat dilihat bahwa faktor yang memberikan kontribusi terbesar dari faktor *six big losses* tersebut adalah *idling and minor stoppages* sebesar 34,37%. Berdasarkan diagram pareto yang dibuat, faktor dominan yang berpengaruh terhadap besarnya produktivitas dan efisiensi mesin adalah *idling and minor stoppages*. Rendahnya produktivitas mesin yang diakibatkan mesin berhenti secara berulang-ulang atau mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk. Dari proses identifikasi dan proses tanya jawab dengan karyawan bagian produksi didapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi *idling and minor stoppages*.

untuk faktor *idling and minor stoppages* pada mesin *circular loom LSL-2 no 20*. Kerugian *idling and minor stoppages* disebabkan oleh berhentinya mesin karena ada permasalahan sementara. Misalnya berhenti produksi karena adanya benda kerja yang terjepit sesuatu, berhentinya peralatan karena terjadi kesalahan operator ataupun karena adanya pembersihan akibat kotoran atau hasil sisa proses produksi yang terselip yang menyebabkan mesin berhenti sebentar. *Idling and minor stoppages* dapat juga disebabkan oleh kejadian yang menghalangi aliran produksi dari material, operator, mesin dan lain-lain. Kategori yang diakibatkan karena timbul faktor eksternal ini menyebabkan mesin berhenti berulang-ulang atau beroperasi tanpa menghasilkan produk.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis pada penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa faktor yang memiliki pengaruh terbesar dari kecilnya nilai OEE adalah *idling and minor stoppages* sebesar 34,37 % yang disebabkan karena ada permasalahan sementara seperti adanya benda kerja yang terjepit sesuatu, berhentinya peralatan karena terjadi kesalahan operator ataupun karena adanya pembersihan akibat kotoran atau hasil sisa proses produksi yang terselip yang menyebabkan mesin berhenti sebentar. *Idling and minor stoppages* dapat juga disebabkan oleh kejadian yang menghalangi aliran produksi dari material, operator, mesin dan lain-lain. Dalam hal untuk melakukan perbaikan pada sistem perawatan yang dilakukan pada mesin *circular loom lsl-2 no 20* dapat diambil kesimpulan dari hasil perhitungan MTTF/MTTR yang diperoleh waktu rata-rata kegagalan sebesar 18,63 hari sedangkan rata-rata repair sebesar 1,0134 jam, dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa usulan sistem perawatan terhadap mesin dilakukan minimal 18 hari sekali untuk mengurangi *downtime* pada mesin.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Almeanazel, Osama Taisir R. 2010. *Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering Vol 4 Number 4
- Adnan Hj. Bakri. Abdul Rahman Abdul Rahim. Et al. 2014. *A Review on the Total Productive Maintenance (TPM) Conceptual Framework*. Journal Applied Mechanics and Materials Vol 660 pp 1043-1051
- Halim Mad Lazim, Mohamed Najib Salleh. Et al. 2013 *Total Productive Maintenance and Manufacturing Performance: Does Technical Complexity in the Production Process Matter*. International Journal of Trade, Economics and Finance. Vol. 4, No. 6
- Kurniawan, Fajar. 2013. *Teknik dan Aplikasi Perawatan Manajemen Perawatan Industri*. Graha Ilmu. Jakarta
- Mann H, Schafer R and Singpurwalla N. 1974. *Method For Statistical of Reliability and Life Data*. New York. Wiley
- Nindita Hapsari, Kifayah Amar, Yandra Rahadian Perdana. 2012. Pengukuran Efektivitas Mesin Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. Setiaji Mandiri. Jurnal Spektrum Industri vol. 10 No. 02
- N. Venkateswaran. 2017. *Total Productive Maintenance (TPM) Practices Adopted at Manufacturing Unit: An Analysis*. Arabian J Bus Manag Review Vol 7 Issue 4
- Rachin Goyal. Sandee Jindal. 2015. *A Systematic Approach towards Implementation of TPM in an Automobile Industry*. International Journal of Emerging Research in Management and Technology Vol 4 Issue 10
- Ryan Febrianda, Yanti Helianty, Fifi Herni Mustofa. 2015. *Jadwal Perawatan Pencegahan Kerusakan Komponen Oil Seal Pada Mesin Ball Mill Dengan Kriteria Minimasi Total Ongkos*, Jurnal Reka Integra no. 01 vol. 03