

# Penjadwalan Preventive Maintenance Moulding Untuk Efektivitas Produksi Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (Studi Kasus PT. ABC)

<sup>1</sup>M. Abdul Latief\*

<sup>1</sup>Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang

\*Corresponding Author:

[abdullatief0808@gmail.com](mailto:abdullatief0808@gmail.com)

## ABSTRACT

*PT. ABC is one of the manufacturers of washing machines and refrigerators in the Semarang Demak area. During the washing machine production process, breakdowns often occur in the molding of the Bottom Cabinet. To calculate the effectiveness value of the Bottom Cabinet using the Overall Equipment Effectiveness (ORE) Total Productive Maintenance (TPM) method to increase productivity and maintenance on the Bottom Cabinet molding to prevent 6 big losses (Six Big Losses) Six Big Losses causing losses include: ( Breakdown Losses, Set-up and Adjustment Losses, Idling I and Minor Stoppages Losses, Reduce Speed Losses, Process Defect Losses, Reduce Yield Losses). Based on the calculation results of the OEE value in the Molding Bottom Cabinet during December 2021 - June 2022, the Availability Rate value of 93.08% met the JIPM standard value of 90%, Performance Rate = 94.37% did not exceed the 95% JIPM standard, Quality Rate 95.30 % does not meet the 99% JIPM standard, and the resulting OEE-83.72% production is not considered world class. The value of Six Big Losses which has the largest percentage is Breakdown Losses 41.31%, Speed Losses 26.93%, Reduce Defect Losses 15.79%, Reduce Yield Losses 9.07%, Set-up and Adjustment Losses 4.97%, Idling and Minor Stoppages Losses: 1.93% And to reduce the value of breakdown losses, preventive scheduling is needed in the Molding Bottom Cabinet to increase its effectiveness.*

**Keyword :** *Total Productive Maintenance (TPM), Overall Equipment Effectiveness(OEE), Six Big Losses, Scheduling Preventive Maintenance*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam era persaingan industri yang semakin global serta perkembangan teknologi yang pesat, industri-industri terus berusaha meningkatkan kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkannya. Proses produksi dalam industri manufaktur hampir semuanya menggunakan mesin. Semakin seringnya mesin digunakan bekerja untuk mencapai target produksi yang kadang melebihi kapasitas dapat menurunkan kemampuan suatu mesin, umur mesin dan mengakibatkan pergantian komponen mesin yang rusak (Siringoringo, 2004). Apabila suatu mesin mengalami kerusakan maka proses produksi akan terhambat. Salah satu tantangan untuk perusahaan manufaktur adalah bagaimana cara melakukan proses produksi secara efektif dan efisien. Perusahaan manufaktur yang dapat beroperasi secara efektif dan efisien harus memastikan tidak terdapat gangguan kerusakan mesin saat melakukan proses produksi (Lazim, 2010). Penyebab gangguan mesin disebabkan oleh 3 faktor yaitu: mesin, manusia dan lingkungan.

PT. ABC merupakan salah satu produsen mesin cuci dan kulkas yang berada di Jl. Semarang – Demak . PT. ABC memproduksi berbagai jenis mesin cuci dan kulkas yang

saat ini menjadi kepercayaan masyarakat. Karena produk yang di dihasilkan sangat memberikan manfaat dan kemudahan dalam menjalani aktivitas sehari-hari khususnya ibu rumah tangga.

PT. ABC memiliki 2 produk mesin cuci dan 2 produk kulkas, antara lain mesin cuci 1 tabung, mesin cuci 2 tabung, kulkas 1 pintu dan kulkas 2 pintu. Dalam melakukan proses produksi PT. ABC memiliki beberapa *Moulding* untuk melakukan proses cetak produksinya, diantaranya adalah *Bottom Cabinet. Molding* yaitu sebuah cetakan yang memiliki rongga didalamnya yang akan diisi dengan material cair seperti plastik atau logam. Dari jenis *Molding* tersebut *Bottom Cabinet* memiliki frekuensi kerusakan paling besar. Frekuensi kerusakan yang tinggi mengakibatkan *Moulding* tersebut merugikan proses produksi dan menghasilkan *downtime* yang akan merugikan bagi perusahaan. Apabila *moulding* mengalami kerusakan maka proses produksi akan terhenti dan menunggu perbaikan *moulding*. Oleh karena itu dibutuhkan pengukuran produktivitas *moulding*. Untuk menghitung dan menambah tingkat produktivitas *moulding*, maka diperlukan pendekatan multidisipliner yang melibatkan semua usaha, kecakapan, keahlian, modal, teknologi, manajemen, dan sumber-sumber yang lain secara terpadu.

**2. LANDASAN TEORI**

**Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah suatu metode yang menggambarkan mengenai performa peralatan dan kalkulasi akurat untuk mengetahui keefektifan peralatan yang digunakan (Wahid & Agung, 2016). Tujuan OEE adalah untuk menganalisis berbagai input data dan memberikan rincian mengenai proses manufaktur. (Vittaleshwar et al., 2016) berpendapat bahwa data yang telah diperoleh dapat digunakan untuk menentukan keadaan proses saat ini, dan sebagai dasar kerangka untuk mencari penyebab masalah yang terjadi.

Dengan menghitung OEE, maka dapat diketahui 3 komponen penting yang mempengaruhi efektivitas mesin yaitu *availability* atau ketersediaan mesin, *performance rate* atau efisiensi produksi, dan *Quality rate* atau kualitas output mesin. Standar dunia untuk masing-masing faktor berbeda-beda. Berikut adalah standar dunia dari masing-masing variabel (Vorne Industri Inc, 2016):

Tabel 1. *World Class OEE*

<i>OEE Factor</i>	<i>World Class</i>
<i>Availability</i>	90.0 %
<i>Performance</i>	95.0 %
<i>Quality</i>	99.9 %
<i>Overall OEE</i>	85.0 %

*Japan Institute of plant Maintenance* (JIPM) telah menetapkan standar *benchmark* yang telah dipraktekan secara luas di seluruh dunia. Untuk standar *benchmark world class* yang dianjurkan JIPM yaitu OEE = 85%, OEE Benchmark tersebut antara lain ([www.leanproduction.com](http://www.leanproduction.com)):

- a. Jika OEE = 100%, produksi dianggap sempurna: hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam performance yang cepat, dan tidak ada *downtime*.
- b. Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan goal jangka panjang.
- c. Jika OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah diimprove melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri alasan-alasan *downtime* dan menangani sumber-sumber penyebab *downtime* secara satu per satu).

Pengukuran OEE didasarkan pada pengukuran *Availability ratio*, *Performance ratio*, dan *Quality ratio*. Nakajima (1988) menyatakan bahwa *availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan, terhadap *loading time*. *Performance ratio* adalah rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang merupakan hasil dari *operating speed rate* dan *net operating rate*.

*Operating speed rate* berdasarkan perbedaan antara kecepatan ideal dan kecepatan operasi aktual. *Net operating rate* melakukan pengukuran suatu kecepatan dalam periode tertentu (Suhendra & Betrianis, 2005). *Quality ratio* adalah rasio yang menggambarkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Hubungan dari ketiga komponen tersebut dapat dilihat pada rumus berikut ini (Nakajima, 1988):

$$OEE = Availability \times Performance \text{ rate} \times Quality \text{ rate}$$

Untuk menghitung nilai OEE, maka perlu diketahui nilai masing – masing komponen tersebut.

### 1. *Avaibility*

*Avaibility* merupakan rasio *operation time* terdapat waktu *loading time*-nya. Sehingga dapat dihitung *availability* mesin dibutuhkan nilai dari:

- a. *Operator time*
- b. *Loading time*
- c. *Downtime*

Nilai *Avaibility* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

*Loading time* adalah jumlah jam kerja (*running time*) untuk proses produksi dikurang dengan waktu *downtime* mesin direncanakan (*planned downtime*) seperti istirahat *set up* mesin dan lain- lain.

$$Loading \text{ time} = running \text{ time} - planned \text{ downtime}$$

*Planned downtime* adalah jumlah waktu *downtime moulding* untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya.

$$Operation \text{ time} = Loading \text{ time} - Downtime$$

Dengan kata lain *operation time* adalah *loading time* atau kapasitas waktu yang tersedia untuk *moulding* berproduksi dikurangi dengan waktu *downtime*. *Downtime moulding* adalah waktu proses yang seharusnya digunakan *moulding* akan tetapi karena adanya gangguan pada *moulding (equipment failures)* mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Downtime* meliputi *moulding* berhenti beroperasi akibat kerusakan *moulding*, pelaksanaan prosedur *set-up* dan *adjasment* dan lain-lainnya.

### 2. *Performance Rate*

*Performance rate* mempertimbangkan faktor yang menyebabkan tidak sesuainya proses produksi dengan kecepatan maksimum yang seharusnya saat di operasikan. Contohnya adalah ketidakefisiensian operator dalam menggunakan *moulding*. *Performance rate* didapatkan dengan mengalikan jumlah produksi dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit produk di bagi dengan waktu operasi. Kemudian diubah kedalam bentuk persentase.

$$Performance \text{ Rate} = \frac{jumlah \text{ produksi} \times waktu \text{ siklus per unit}}{operation \text{ time}} \times 100\%$$

### 3. *Quality Rate*

*Quality Rate* merupakan penggambaran kemampuan mesin untuk menghasilkan produk yang sesuai standar. *Quality Rate* yaitu ratio perhitungan berdasarkan *gross product* dan *total reject*. Adapun rumus untuk menghitung *Quality Rate* yaitu (Hasriyono, 2009) :

$$Quality Rate = \frac{Gross Product - Total Reject}{Gross Product} \times 100\%$$

Proses produksi tentunya mempunyai losses yang mempengaruhi keberhasilannya, losses tersebut oleh Nakajima (1988) dikelompokkan menjadi 6 besar yaitu :

a. *Breakdown Losses*

Kerugian yang disebabkan kerusakan mesin produksi yang mengharuskan mesin dilakukan perbaikan maupun pergantian komponen yang rusak. *Breakdown Losses* dapat diukur dengan menghitung berapa lama mesin berhenti sampai mesin dapat digunakan kembali. Berikut rumus yang digunakan (Hasriyono, 2009) :

$$Breakdown Losses = \frac{Total Breakdown Time}{loading time} \times 100\%$$

b. *Set-up and Adjustment Losses*

Kerugian ini diakibatkan perubahan kondisi operasi, seperti pergantian shift, perubahan produk dan perubahan kondisi operasi. Waktu persiapan mesin ini tidak termasuk dalam bagian perencanaan *Downtime*. Berikut rumus yang digunakan (Hasriyono, 2009):

$$Setup and Adjustment losses = \frac{Total Setup and Adjustment}{loading time} \times 100\%$$

c. *Reduce Speed Losses*

Kerugian yang terjadi pada perbedaan antara kecepatan ideal dengan kecepatan aktual operasi mesin. Mesin mengalami penurunan kecepatan dan beroperasi dibawah kecepatan standarnya, salah satu penyebabnya yaitu kelebihan beban kerja saat proses produksi dan komponen mesin yang aus. *Reduce Speed Losses* dapat dihitung dengan rumus (Rahmad., Praktiko., & Wahyudi, 2012) :

$$Reduced Speed = \frac{operating time - (ideal cycle time \times gross product)}{loading time} \times 100\%$$

d. *Idling and Minor Stoppages Losses*

Kerugian yang terjadi apabila mesin yang telah beroperasi mengalami kendala seperti macet maupun mesin menganggur. Hal kecil yang terjadi ini mengakibatkan kerugian. *Idling and minor stoppages* dapat dihitung dengan rumus (Hasriyono, 2009):

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

e. *Reduce Yield Losses*

Kerugian karena terbuangnya bahan baku. Kerugian ini biasanya karena cacat produk saat proses awal produksi dan sisa dari proses *finishing*. Volume dari kerugian ini tergantung dari derajat kestabilan proses. Ini bisa dikurangi dengan level pemeliharaan terhadap

peralatan/ mesin, kemampuan teknik operator, dll. Rumusan yang digunakan sebagai berikut (Hasriyono, 2009):

$$\text{Reduced Yield} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

*f. Process Defect Losses*

Kerugian akibat kecacatan produk (*rework*) saat proses produksi berjalan. Produk yang dihasilkan bisa dikerjakan ulang agar menjadi produk yang sesuai spesifikasi. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung *process defect* yaitu (Rahmad. et al., 2012) :

$$\text{Process Defect} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{rework}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

### 3. METODE PENELITIAN

#### Tempat dan objek penelitian

Lokasi penelitian berada di PT. ABC Jl. Semarang – Demak km 5 dilakukan pada bulan Januari – Juli 2022.

#### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data yang dibutuhkan dalam penelitian adalah data primer dan sekunder meliputi :

a. Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh langsung. Data primer diperoleh dari hasil observasi lapangan, selain itu juga diperoleh dari hasil wawancara dengan orang yang berkompeten dibidangnya.

b. Data Sekunder

Data yang diperoleh secara tidak langsung atau dari studi literatur, referensi, dan file-file perusahaan. Data sekunder merupakan data pendukung data primer.

Data-data yang dibutuhkan dari data primer dan data sekunder antara lain sebagai berikut:

1. *Shift leght.*
2. *Downtime Moulding.*
3. *Total product.*
4. *Rework product.*
5. *Delay moulding.*
6. *Planned downtime.*
7. Kriteria kerusakan *moulding.*

Pengumpulan data dilakukan dengan tiga cara, yaitu :

a. *Observasi*

*Observasi* yaitu metode pengumpulan data dengan cara mengadakan pengamatan langsung terhadap perusahaan.

b. *Interview*

*Interview* yaitu metode pengumpulan data yang dilaksanakan dengan mengadakan wawancara secara langsung kepada pihak- pihak yang bersangkutan dengan permasalahan yang diteliti. Hal ini dilaksanakan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dari pihak perusahaan.

c. *Studi Literatur*

Studi literatur merupakan studi kepustakaan yang bertujuan agar peneliti memiliki landasan dalam berfikir saat melakukan penelitian dan menyelesaikan permasalahan

yang dirumuskan. Studi literatur dilakukan guna mendapatkan referensi berupa teori-teori ataupun metode-metode yang sesuai dengan pokok bahasan penelitian. Studi literatur dipakai sebagai landasan teori dan dasar asumsi yang digunakan dalam penyusunan penelitian.

## PENGOLAHAN DATA

### Perhitungan *Availability Rate*

*Availability Rate* adalah tingkat rasio antara *Operating Time* dengan *Loading Time*. Adapun rumus untuk menghitung *Availability Rate* yaitu (Hasriyono, 2009):

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{operating time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Berikut perhitungan pada bulan januari 2018:

- ❖ *Loading Time* = *Availability Time* – *Planned Downtime*  
 $= 37440 - 150$   
 $= 37290$  menit
- ❖ *Operating Time* = *Loading Time* – *Downtime*  
 $= 37290 - 2535$   
 $= 34755$  menit
- ❖ *Availability Rate* =  $\frac{\text{operating time}}{\text{loading time}} \times 100\%$   
 $\text{Availability Rate} = \frac{34755}{37290} \times 100\%$   
 $= 93,20 \%$ .

### Perhitungan Nilai *Performance Rate*

*Performance Rate* merupakan kehandalan ataupun kemampuan mesin/peralatan untuk menghasilkan output yang berdasarkan pada *gross product*, *Operating Time* dan *ideal cycle time*. Adapun rumus *Performance Rate* yaitu (Hasriyono, 2009):

$$PR = \frac{\text{Gross Product} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\%$$

Berikut perhitungan pada bulan januari 2022:

- ❖ % Jam Kerja =  $1 - \frac{\text{Total Delay}}{\text{Availability Time}} \times 100\%$   
 $\% \text{ Jam Kerja} = 1 - \frac{2745}{37440} \times 100\%$   
 $= 92,67\%$
- ❖ *Cycle Time* =  $\frac{\text{Loading Time}}{\text{Jumlah Produksi}}$   
 $= \frac{37290}{131784}$   
 $= 0,28$
- ❖ *ICT* = *Cycle Time* x % Jam Kerja  
 $= 0,28 \times 92,67$   
 $= 0,26$
- ❖ *PR* =  $\frac{\text{Gross Product} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\%$   
 $= \frac{126372 \times 0,26}{34755} \times 100\%$   
 $= 95,34\%$

### Perhitungan Nilai *Quality Rate*

*Quality Rate* merupakan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk sesuai dengan standar perusahaan yang berdasarkan *output*, *good product* dan *reject product*. Adapun Rumus yang digunakan:

$$QR = \frac{\text{Gross Product} - \text{Total Reject}}{\text{Gross Product}} \times 100\%$$

Berikut perhitungan pada bulan januari 2022:

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{126372-5412}{126372} \times 100\% \\ &= 95,72\% \end{aligned}$$

### Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Dari perhitungan ketiga faktor utama OEE maka dapat dihitung dengan rumus:

$$OEE = AR \times PR \times QR$$

Contoh perhitungan Bulan Januari 2022:

$$\begin{aligned} OEE &= AR \times PR \times QR \\ &= 92,20\% \times 95,34\% \times 95,72 \\ &= 85,06\% \end{aligned}$$

### Perhitungan Six Big Losses

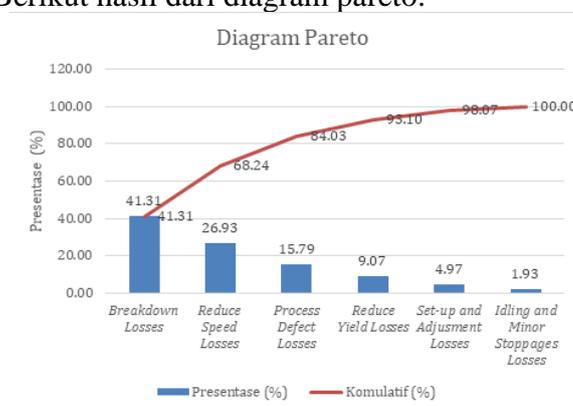
Six Big Losses merupakan enam kerugian yang disebabkan oleh mesin yang memiliki tingkat efisiensi rendah. Hasil perhitungan Six Big Losses.

**Tabel 4. 1** Presentase Six Big Losses Mould Bottom Cabinet Bulan Januari – Juli Tahun 2022

No	Six Big Losses	Total Time Losses (Menit)	Presentase (%)	Kumulatif (%)
1	Breakdown Losses	18022	41,31	41,31
2	Reduce Speed Losses	11745,61	26,93	68,24
3	Process Defect Losses	6889,27	15,79	84,03
4	Reduce Yield Losses	3954,43	9,07	93,10
5	Set-up and Adjustment Losses	2170	4,97	98,07
6	Idling and Minor Stoppages Losses	840	1,93	100,00
Total		43621,31	100,00	

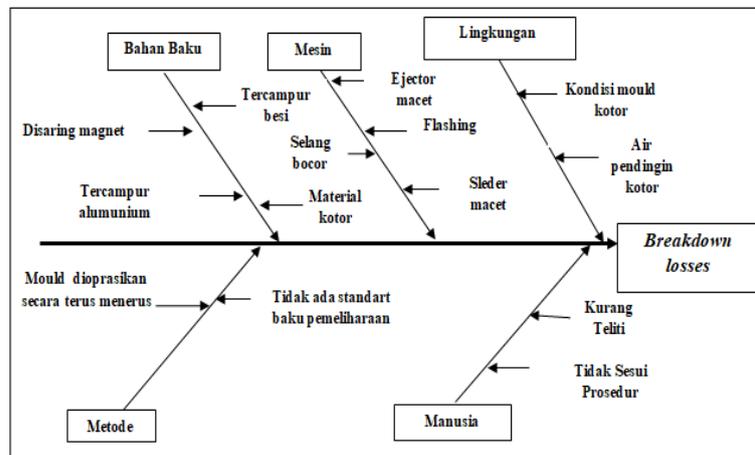
### Diagram Pareto

Dengan menggunakan diagram pareto maka dapat memilih masalah utama/ besar menjadi bagian yang lebih kecil sehingga dapat fokus pada upaya perbaikannya. Hasil dari diagram pareto menunjukkan faktor dari Six Big Losses yang paling berpengaruh yaitu breakdown losses. Berikut hasil dari diagram pareto:



### Diagram *Fishbone*

Dengan menggunakan diagram *fishbone* maka dapat diketahui akar penyebab permasalahan. Dari diagram pareto diatas dapat diketahui bahwa faktor yang paling berpengaruh yaitu *breakdown losses* artinya perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut yang menyebabkan tingginya *breakdown losses*. Berikut diagram *fishbone* dari *breakdown losses*.



### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan pada *Mould Bottom Cabinet* di PT. ABC, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada bulan Desember – Juni tahun 2022 bahwa nilai untuk masing - masing periode berbeda nilainya. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* tertinggi pada bulan April sebesar 85,35% sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Mei sebesar 81,96%. Rata – rata nilai yang dihasilkan tiap bulannya sebesar 83,72%. Dari hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa rata – rata nilai setiap bulannya memiliki nilai OEE dibawah standar yaitu nilai yang dihasilkan kurang dari 85%.
2. Faktor yang mempengaruhi tingkat efektivitas *Mould Bottom Cabinet* melalui perhitungan *Six Big Losses* yaitu *breakdown losses*. Berdasarkan diagram pareto yang telah dibuat, penyebab *losses Mould Bottom Cabinet* yang disebabkan oleh *breakdown losses* sebesar 41,31% (18022 menit). Sedangkan penyebab *losses Mould Bottom Cabinet* lainnya disebabkan oleh *reduce speed losses* sebesar 26,93% (11745,61 menit), *process defect losses* sebesar 15,79% (6889,27 menit), *reduce yield losses* sebesar 9,07% (3954,43 menit), *set-up and adjusment losses* sebesar 4,97% (2170 menit), dan *idling and minor stoppages losses* sebesar 1,93% (840 menit).
3. Usulan penjadwalan preventive maintenance antara lain :
  - Usulan pertama penjadwalan *preventive maintenance* dilakukan setiap seminggu sekali diluar jam produksi.
  - Usulan kedua penjadwalan preventive maintenance dilakukan setiap *moulding bottom cabinet* turun produksi.
  - Usulan ketiga penjadwalan *preventive maintenance* dilakukan disaat total produk yang dihasilkan telah mencapai 350 ribu yang sebelumnya 750 ribu.

### SARAN

1. Perusahaan membuat penjadwalan *preventive mould* secara rutin dan berkala supaya kinerja *Mould Bottom Cabinet* bisa bekerja secara maksimal.
2. Mengoptimalkan jadwal *preventive mould* supaya tidak terlewatkan.
3. Memberikan pelatihan dan pendidikan secara rutin agar dapat meningkatkan motivasi kerja dan *skill* para karyawan.
4. Menciptakan lingkungan yang bersih dan nyaman bagi karyawan dengan cara melakukan pembersihan lantai produksi dan *mould* secara rutin.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D. (2003). *Manajemen Kualitas: Pendekatan Sisi Kualitatif*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi* (Revisi). Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Hasriyono, M. (2009). Evaluasi Efektivitas Mesin dengan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM).
- Lazim, H., & Ramayah, T. (2010). Maintenance Strategy in Malaysian Manufacturing Companies: a Total Productive Maintenance (TPM) approach. *Journal Quality in Maintenance Engineering*.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM.Productivity*. Cambridge: Pre Inc.
- Panneerselvam. (2005). *Production and Operations Management* (2nd ed.). India Private Limited.
- Pranoto, J. (2013). Implementasi Studi Preventive Maintenance Fasilitas Produksi dengan Metode Realibility Centered Mantenance pada PT.XYZ. *E-Jurnal Teknik Industri FT USU, 1*, 18–24.
- Pujotomo, D., & Setiawan, &. (2006). Analisis Total Productive Maintenance (TPM) pada Line 8/Carbonated Soft Drink PT Coca-Cola Bottling Indonesia Central Jaya. *Universitas Diponegoro Semarang*.
- Rahmad., Praktikto., & Wahyudi, S. (2012). Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dalam Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) (Studi Kasus di Pabrik Gula PT. “Y”). *Jurnal Rekayasa Mesin, 3*, 431–437.
- Siringoringo, H., & Sudyantoro. (2004). Analisa Pemeliharaan Produktif Total Pada PT. Wahana Eka Paramitra GKD Group. *Jurnal Teknologi & Rekayasa Mesin*.
- Suhendra, R., & Betrianis. (2005). Pengukuran Nilai Over Semua Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Perbaikan di Lini Produksi. *Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik*.
- Vittaleshwar, S., & Prajual, &. (2016). An Emprical Study Of Effect Of Total Productive Maintenance On Overall Equipment Effectiveness In A Water Botting Industry. *International Journal of Applied Engineering Research*, 973–5462.
- Vorne Industries, I. (2002). World-Class OEE.
- Wahid, A., & Agung, &. (2016). Perhitungan Total Produktifitas Maintenance (TPM) pada Mesin Bobin dengan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness di PT. XY. *Journal Knowledge Industrial Engineering, 3*, 40–49.
- Wauters, F., & Mathot, &. (2002). *OEE (Overall Equipment Effectiveness)*. June: ABC Inc.
- Wireman, T. (2004). *Total Productive Maintenance*. New York: Industrial Press.