Implementasi *Total Productive Maintenance* Pada Mesin *Printing* 1 PT X

Elvira Anggraini K[1)], Ratna Purwaningsih[2)]
[1)]Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof.Soedarto,SH, Semarang, 50275, Indonesia
Email: elviraak18@gmail.com

ABSTRAK

PT X merupakan sebuah industri yang bergerak dalam bidang produksi kemasan plastik. Berdasarkan observasi lapangan yang telah dilakukan, ditemukan beberapa masalah seperti tingkat kerusakan mesin (*breakdown*) yang cukup tinggi. Mesin produksi yang paling sering mengalami kerusakan adalah mesin *Printing* 1 yang berfungsi untuk mencetak gambar dan tulisan pada *cup* minuman. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa tingkat efektivitas mesin dan meminimalisir *Six Big Losses* melalui pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* dan *Fishbone Diagram*. Dari hasil penelitian selama 25 hari diperoleh bahwa nilai OEE pada bulan Januari 2021 sebesar 67,394%. Hasil pengukuran ini dapat disimpulkan bahwa perusahaan masuk kelas standar menurut klasifikasi JIPM. Untuk mengidentifikasi penyebab kerugian terbesar dilakukan perhitungan *Six Big Losses* dimana kerugian terbesar adalah *Idling and Minor Stoppages*. Analisis penyebab tingginya *Idling and Minor Stoppages* dilakukan dengan membuat *Fishbone Diagram*. Melalui analisis ini akan disusun rencana tindakan perbaikan untuk meningkatkan produktivitas mesin *Printing* 1.

Kata kunci: *Overall Eqipment Effectiveness, Six Big Losses, Total Productive Maintenance*

1. Pendahuluan

Perkembangan dunia industri dan perekonomian di Indonesia yang semakin meningkat telah membangun iklim persaingan yang semakin ketat dan kompetitif. Karakteristik dari kompetisi dalam dunia perekonomian memaksa perusahaan untuk mencapai *world class performance* melalui *continuous improvement* (Hedge, Mahesh, & Doss, 2009). Salah satu perkembangan metode yang sering digunakan yaitu *total preventive maintenance* (TPM). Mobley, Higgins, & Wikoff (2008) mendefinisikan TPM sebagai sebuah strategi pemeliharaan komprehensif yang didasarkan atas pendekatan daur hidup (*life cycle*) alat yang dapat meminimumkan terjadinya kerusakan pada peralatan, cacat produksi dan kecelakaan kerja. Penerapan TPM dalam perusahaan manufaktur diukur menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness*. Pengukuran OEE adalah pusat untuk memformulasikan dan pelaksanaan dari peningkatan strategi TPM.

PT X merupakan perusahaan *cup plastic* minuman dan es krim yang telah menggunakan mesin – mesin berteknologi dari Italia. Pada bagian *Printing* PT X akan diteliti yaitu pada mesin *Printing* 1 karena usianya yang paling tua yaitu sudah mencapai 20 tahun. Karena hal itu, mesin *printing* 1 merupakan mesin yang paling sering mengalami kerusakan. Data laporan *maintenance* menunjukkan bahwa *breakdown* pada mesin *printing* 1 dapat mencapai 4 jam.

Untuk menyelesaikan permasalahan efektivitas mesin, maka digunakan metode *Total Productive Maintenance* (TPM). Dalam penerapan metode TPM, penelitian ini menggunakan *Overall Equipment Effectiveness (OEE),* yaitu alat ukur untuk mengetahui efektivitas mesin produksi. Setelah OEE diketahui, dicari hubungan OEE dengan *Six Big Losses* dengan analisis korelasi. *Six Big Losses* digunakan untuk menemukan faktor dominan yang menyebabkan tidak optimalnya proses produksi. *Six Big Losses* meliputi *reduced speed losses, defect losses, idling and minor* stoppages *losses, equipment failure losses, set up and adjust losses,* dan *yield/scrap losses*. Apabila analisis *Six Big Losses* telah dilakukan, dibuat diagram pareto, kemudian dilakukan analisis dengan diagram *fishbone* dan rekomendasi perbaikan berdasarkan 8 pilar TPM.

2. Metode

Metodologi penelitian merupakan penjelasan tahap – tahap yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian untuk memberikan gambaran secara singkat mengenai penelitian yang dilakukan. Berikut langkah – langkah penelitian dari awal hingga akhir :

a. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan di PT X, Semarang, bagian lantai produksi dengan tujuan untuk mengetahui permasalahan yang sedang dihadapi oleh PT X. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka dilakukan proses wawancara. Selain melakukan wawancara, studi pendahuluan juga dilakukan dengan observasi (pengamatan) secara langsung untuk lebih mengetahui secara nyata bagaimana proses produksi berjalan dan permasalahan yang sedang terjadi di dalamnya.

b. Perumusan Masalah

Setelah melakukan studi pendahuluan, ditemukan permasalahan mesin *printing* belum sepenuhnya bekerja secara efektif. Hal ini ditunjukkan dengan adanya *downtime*, penurunan kecepatan produksi mesin, dan adanya produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Namun, untuk mengetahui nilai efektivitas mesin printing secara pasti, maka dilakukan pengukuran OEE mesin printing dan pengukuran *six big losses*. Untuk mengetahui penyebab *six big losses* tersebut, maka dilakukan analisa penyebab dengan menggunakan Diagram Pareto dan *Fishbone* Diagram.

c. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, dilakukan studi literatur terkait *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *six big losses (downtime losses, speed losses*, dan *defect/quality losses*), dan *Fishbone* Diagram.

d. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan merupakan data primer dan data sekunder mesin *printing* 1. Data primer yang dikumpulkan diantaranya data *available time*, data *downtime* mesin dan waktu siklus aktual. Data sekunder yang dikumpulkan diantaranya data *planned downtime*, data produksi mesin (jumlah produksi dan jumlah produk *reject*) dan waktu siklus ideal

e. Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan dan pengembangan atas data – data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Berikut tahapan pengolahan data yang dilakukan :

1) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Tahapan ini bertujuan untuk menghitung nilai efektivitas mesin *printing* 1 dan menghitung persentase kerugian (*six big losses*) dari mesin. Tahapannya adalah sebagai berikut (Nakajima, 1988):

a) Menghitung *Availability*

Nakajima (1998) menyatakan bahwa *availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan terhadap *loading time*. Sehingga persamaannya sebagai berikut :

$$availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% = \frac{Loading\ Time - Total\ Delay}{Available\ Time - Planned\ Downtime} \times 100\% \quad (1)$$

b) Menghitung *Performance Efficiency*

Data yang dibutuhkan untuk menghitung *performance rate* adalah data *operation time*, data produksi, dan waktu siklus ideal untuk 1 unit produk. Perhitungan *performance rate* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$performance\ rate = \frac{Jumlah\ Produksi \times Waktu\ Siklus\ per\ unit}{Operation\ Time} \times 100\% \quad (2)$$

c) Menghitung *Rate of Quality Products*

Quality Rate merupakan rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Rumus yang digunakan untuk perhitungan sebagai berikut :

$$Quality\ rate = \frac{Jumlah\ Produksi - produk\ defect}{Jumlah\ Produksi} \times 100\% \quad (3)$$

d) Menghitung Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Setelah diperoleh nilai *availability, performance rate*, dan *quality rate*, dilakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*. *Overall Equipment Effectiveness* adalah pengukuran dalam TPM yang digunakan untuk menghitung nilai efektivitas sebuah mesin atau line produksi secara aktual, Untuk menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$OEE = Availability \times Performance\ Rate \times Quality\ Rate \quad (4)$$

Untuk lebih jelas lagi, klasifikasi OEE menurut Japan Institute of Plant Management dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Klasifikasi nilai OEE menurut JIPM

Nilai OEE	Klasifikasi
OEE < 65%	Kelas perusahaan tidak dapat diterima
65% < OEE < 75%	Kelas perusahaan standar
75% < OEE < 85%	Kelas perusahaan diterima
85% < OEE < 95%	Kelas perusahaan bagus. Masuk kategori dunia
OEE > 95%	Kelas perusahaan keunggulan. Nilai kelas dunia

e) Menghitung *Six Big Losses*, yang terdiri dari:

- *Downtime Losses*, terdiri atas *equipment failure losses* dan *setup and adjustment losses*.

Data yang dibutuhkan untuk menghitung *equipment failure losses* adalah data *downtime* dan *loading time* proses produksi. Faktor yang menyebabkan terjadinya *downtime* adalah *power cut-off* dan *machine break*. Rumus yang digunakan untuk menghitung *equipment failure losses* adalah sebagai berikut:

$$Equipment\ Failure\ Losses = \frac{Downtime}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (5)$$

Untuk menghitung *set up and adjustment losses* membutuhkan data *set up time*, *adjustment time*, dan *loading time* proses produksi. *Set up and adsjustment losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh pemasangan atau penyetelan mesin. *Set Up* terjadi ketika akan mengganti produk cup seperti mengganti tinta, mengganti *mandrill*, *setting underlay*, *plate*, dan *blanket*. Sedangkan waktu *adjustment* adalah waktu penyesuaian warna cup hingga sesuai dengan standar (kesesuaian warna, kejelasan tulisan, barcode dapat terbaca). Rumus yang digunakan untuk menghitung *set up and adjustment losses* adalah sebagai berikut:

$$Set\ Up\ \&\ Adjustment\ Losses = \frac{set\ up\ \&\ adjustment\ time}{Loading\ time} \times 100\% \quad (6)$$

- *Speed Losses*, terdiri atas *idling and minor stoppage losses* dan *reduced speed losses*.

Idling and minor stoppages losses merupakan kerugian yang disebabkan oleh kejadian – kejadian seperti berhentinya mesin sejenak dan *idle time* mesin. Untuk menghitung kerugian ini dibutuhkan *non productive time* yang didapatkan dari waktu *machine cleaning*, *process break*, dan *waiting time*. Rumus yang digunakan untuk *idling and minor stoppages losses* adalah sebagai berikut :

$$idling\ and\ minor\ stoppages\ losses = \frac{non\ productive\ time}{loading\ time} \times 100\% \quad (7)$$

Reduced speed losses adalah kerugian yang disebabkan karena mesin tidak bekerja optimal dan kecepatan mesin aktual lebih kecil daripada kecepatan normal

mesin. Data yang digunakan adalah data *operation time*, *loading time*, total produksi per hari, serta waktu siklus ideal. Rumus yang digunakan untuk menghitung *reduced speed losses* adalah sebagai berikut :

$$Reduced\ Speed\ Losses = \frac{Operation\ Time - (Ideal\ Cycle\ Time \times Total\ Produksi)}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (8)$$

- *Defect Losses*, terdiri atas *process defect losses* dan *reduced yield losses*.

Defect Losses merupakan kerugian yang disebabkan oleh adanya produk cacat atau produk yang harus dikerjakan ulang. Hal ini dapat menyebabkan kerugian material dan biaya tambahan untuk perbaikan produk. Untuk menghitung *defect losses* membutuhkan data total produk *defect*, *ideal cycle time*, dan *loading time*. Rumus yang digunakan untuk menghitung *defect losses* adalah sebagai berikut :

$$Defect\ Losses = \frac{Ideal\ Cycle\ Time \times Total\ Produk\ Defect}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (9)$$

Yield or Scrap Losses adalah kerugian yang disebabkan karena adanya kecacatan di awal proses produksi. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Scrap\ losses = \frac{Ideal\ cycle\ time \times scrap}{Loading\ time} \times 100\% \quad (10)$$

2) Diagram Pareto

Pembuatan Pareto Diagram bertujuan untuk mengetahui kerugian yang paling besar pada perusahaan. Dengan bantuan Pareto chart tersebut, kegiatan akan lebih efektif dengan memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak yang paling besar terhadap kejadian daripada meninjau berbagai sebab pada suatu ketika (Nasution, 2004).

3) *Fishbone* Diagram

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui akar masalah, sehingga dapat diusulkan perbaikan berdasar akar masalah. *Fishbone diagram* digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah team cenderung jatuh berpikir pada rutinitas (Kusnadi, 2011).

f. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis berdasarkan hasil perhitungan OEE, *six big losses*, dan Diagram Pareto. Dari hasil tersebut, dapat diketahui kerugian apa saja yang paling besar dan berpengaruh terhadap nilai OEE. Dari kerugian yang berhubungan paling besar terhadap nilai OEE, dilakukan analisis *fishbone* untuk diketahui akar masalahnya.

g. Pemberian Rekomendasi Perbaikan

Pada tahap ini dilakukan pemberian saran rekomendasi perbaikan. Metode yang digunakan untuk menentukan rekomendasi perbaikan tersebut adalah melalui proses diskusi dengan Kepala Bagian *Printing* PT X, Wakil Kepala Bagian *Maintenance* dan operator mesin *printing.* Selain itu rekomendasi diberikan berdasarkan 8 pilar TPM.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Data Produksi

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data laporan harian dari mesin *printing* 1 PT X. Penelitian dilakukan selama 25 hari pada 1 *shift* setiap harinya. Data *shift* yang dikumpulkan meliputi *shift* pagi yaitu pukul 06.00 – 14.00. Berikut merupakan rekap data mesin *Printing* 1 PT X selama 25 hari :

Tabel 2. Rekapitulasi *Total Delay* Mesin *Printing* 1

No	Tanggal	Running Time (menit)	Downtime (menit)							Total Delay
			Power cut-off	Set up	Machine Cleaning	Planned downtime	Waiting Time	Machine Break	Process break	
1	04/01/21	480	0	30	14	0	0	100	38	182
2	05/01/21	480	20	0	10	0	0	15	118	163
3	06/01/21	480	10	0	20	0	0	30	37	97

Tabel 2. Rekapitulasi Total *Delay* Mesin *Printing* 1 (lanjutan)

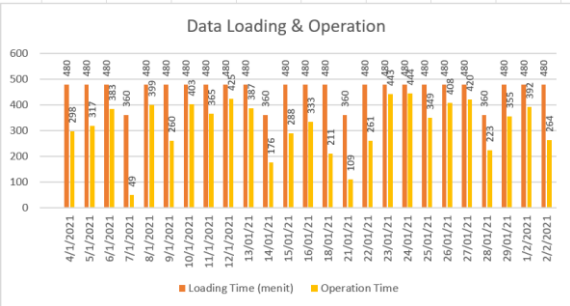
No	Tanggal	Running Time (menit)	Downtime (menit)							Total Delay
			Power cut-off	Set up	Machine Cleaning	Planned downtime	Waiting Time	Machine Break	Process break	
4	07/01/21	480	0	0	0	120	0	290	21	431
5	08/01/21	480	0	0	20	0	10	10	41	81
6	09/01/21	480	0	130	15	0	0	35	40	220
7	10/01/21	480	0	0	0	0	0	23	54	77
8	11/01/21	480	0	76	13	0	0	0	26	115
9	12/01/21	480	0	0	0	0	0	30	25	55
10	13/01/21	480	0	40	27	0	0	0	26	93
11	14/01/21	480	0	90	33	120	0	0	61	304
12	15/01/21	480	0	60	19	0	60	0	53	192
13	16/01/21	480	0	0	15	0	0	99	33	147
14	18/01/21	480	0	30	19	0	120	30	70	269
15	21/01/21	480	0	90	0	120	0	150	11	371
16	22/01/21	480	0	0	10	0	0	175	34	219
17	23/01/21	480	0	0	15	0	0	0	22	37
18	24/01/21	480	0	0	0	0	0	10	26	36
19	25/01/21	480	0	0	14	0	0	60	57	131
20	26/01/21	480	0	0	20	0	0	15	37	72
21	27/01/21	480	0	0	30	0	0	0	30	60
22	28/01/21	480	0	0	0	120	74	40	23	257
23	29/01/21	480	30	0	30	0	0	35	30	125
24	01/02/21	480	0	0	20	0	0	25	43	88
25	02/02/21	480	0	10	0	0	140	44	22	216

Data produksi di PT X akan disajikan pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Data Produksi Mesin *Printing* 1

No	Tanggal	Machine Speed	Finish Good	Total Reject
1	04/01/21	425	126000	476
2	05/01/21	425	132750	1928
3	06/01/21	425	162000	678
4	07/01/21	425	20250	190
5	08/01/21	425	168750	770
6	09/01/21	425	109020	1419
7	10/01/21	425	170940	148
8	11/01/21	425	154770	133
9	12/01/21	425	180180	215
10	13/01/21	425	164010	362
11	14/01/21	350	60800	586
12	15/01/21	350	100000	483
13	16/01/21	350	116000	436
14	18/01/21	425	88000	1438
15	21/01/21	425	43200	2703
16	22/01/21	425	110000	785
17	23/01/21	425	188000	188
18	24/01/21	425	188000	304
19	25/01/21	425	146000	2000
20	26/01/21	425	172000	1093
21	27/01/21	425	178000	337
22	28/01/21	425	94000	604
23	29/01/21	425	150000	550
24	01/02/21	425	166000	367
25	02/02/21	425	112000	89

Berikut merupakan perbandingan data loading time dan operation time :



Gambar 1. Perbandingan *Loading* dan *Operation Time*

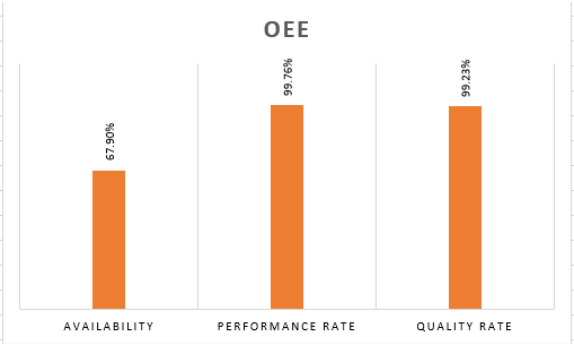
b. Skor Hasil OEE

- *Availability* merupakan rasio dari *operation time* dengan mengeliminasi *downtime* peralatan terhadap *loading time*. Untuk menghitung *Availability*, yang perlu dilakukan pertama adalah menghitung *loading time* dan *operation time*.
  Contoh perhitungan pada tanggal 4 Januari 2021 sebagai berikut :
  $$availability = \frac{298}{480} \times 100\% = 62{,}083\%$$
- *Performance Rate*. Data yang dibutuhkan untuk menghitung *performance rate* adalah data *operation time*, data produksi, dan waktu siklus ideal untuk 1 unit produk. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *performance efficiency* pada tanggal 4 Januari 2021 :
  $$performance\ rate = \frac{126476 \times 0.0024}{298} \times 100\% = 99{,}863\%$$
- *Quality Rate* merupakan rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Berikut adalah contoh perhitungan pada tanggal 4 Januari 2021 :
  $$Quality\ rate = \frac{126476 - 476}{126476} \times 100\% = \frac{126000}{126476} \times 100\% = 99{,}624\%$$
- *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)
  Berikut contoh perhitungan OEE pada tanggal 4 Januari 2021 :
  $$OEE = 62.083\% \times 99.863\% \times 99.624\% = 61.765\%$$

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan OEE setelah diperoleh nilai *availability*, *performance rate*, dan *quality rate* :

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan OEE

No	Tanggal	Availability	Performance Rate	Quality Rate	OEE
1	04/01/21	62.083%	99.863%	99.624%	61.765%
2	05/01/21	66.042%	99.965%	98.568%	65.074%
3	06/01/21	79.792%	99.940%	99.583%	79.412%
4	07/01/21	13.611%	98.151%	99.070%	13.235%
5	08/01/21	83.125%	99.968%	99.546%	82.721%
6	09/01/21	54.167%	99.945%	98.715%	53.441%
7	10/01/21	83.958%	99.891%	99.913%	83.794%
8	11/01/21	76.042%	99.857%	99.914%	75.868%
9	12/01/21	88.542%	99.873%	99.881%	88.324%
10	13/01/21	80.625%	99.937%	99.780%	80.397%
11	14/01/21	48.889%	99.653%	99.045%	48.254%
12	15/01/21	60.000%	99.686%	99.519%	59.524%
13	16/01/21	69.375%	99.902%	99.626%	69.048%
14	18/01/21	43.958%	99.736%	98.392%	43.137%
15	19/01/21	30.278%	99.089%	94.111%	28.235%
16	20/01/21	54.375%	99.874%	99.291%	53.922%
17	21/01/21	92.292%	99.954%	99.900%	92.157%
18	22/01/21	92.500%	99.790%	99.839%	92.157%
19	23/01/21	72.708%	99.781%	98.649%	71.569%
20	24/01/21	85.000%	99.823%	99.369%	84.314%
21	25/01/21	87.500%	99.909%	99.811%	87.255%
22	26/01/21	61.944%	99.820%	99.362%	61.438%
23	27/01/21	73.958%	99.785%	99.635%	73.529%
24	28/01/21	81.667%	99.860%	99.779%	81.373%
25	29/01/21	55.000%	99.901%	99.921%	54.902%
Rata - rata		67.897%	99.758%	99.234%	67.394%



Gambar 2. Perbandingan *Availability, Performance Rate* dan *Quality Rate*

Maka, berdasarkan rata-rata nilai OEE yang didapatkan dari perusahaan yaitu sebesar 67.394%, mesin *printing* 1 PT X pada tanggal 4 Januari sampai 2 Februari 2020 berada pada kelas perusahaan standar yang artinya perusahaan harus melakukan perbaikan agar masuk pada kelas perusahaan diterima. Selain itu, perusahaan juga mengalami kerugian ekonomi dan rendah daya saing.

c. Six Big Losses

- *Equipment Failure Losses.* Yang dibutuhkan adalah data *downtime* dan *loading time* proses produksi. Faktor yang menyebabkan terjadinya *downtime* adalah *power cut-off* dan *machine break*. Berikut ini contoh perhitungan pada tanggal 4 Januari 2021:

$$Equipment\ Failure\ Losses = \frac{100}{480} \times 100\% = 20.833\%$$

- *Set up and adsjustment losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh pemasangan atau penyetelan mesin. *Set Up* terjadi ketika akan mengganti produk cup seperti mengganti tinta, mengganti *mandrill*, *setting underlay*, *plate*, dan *blanket*. Sedangkan waktu adjustment adalah waktu penyesuaian warna cup hingga sesuai dengan standar (kesesuaian warna, kejelasan tulisan, barcode dapat terbaca). Berikut ini contoh perhitungan pada tanggal 4 Januari 2021 :

$$Set\ Up\ \&\ Adjustment\ Losses = \frac{30}{480} \times 100\% = 6.25\%$$

- *Idling and minor stoppages losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh kejadian – kejadian seperti berhentinya mesin sejenak dan *idle time* mesin. Untuk menghitung kerugian ini dibutuhkan *non productive time* yang didapatkan dari waktu *machine cleaning*, *process break*, dan *waiting time*. Berikut ini contoh perhitungan pada tanggal 4 Januari 2021 :

$$idling\ and\ minor\ stoppages\ losses = \frac{52}{480} \times 100\% = 10.833\%$$

- *Reduced speed losses* adalah kerugian yang disebabkan karena mesin tidak bekerja optimal dan kecepatan mesin aktual lebih kecil daripada kecepatan normal mesin. Data yang digunakan adalah data *operation time*, *loading time*, total produksi per hari, serta waktu siklus ideal. Berikut ini contoh perhitungan pada tanggal 4 Januari 2021 :

$$Reduced\ Speed\ Losses = \frac{298 - (0.0024 \times 126476)}{480} \times 100\% = \frac{297.591}{480} \times 100\% = 0.085\%$$

- *Defect Losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh adanya produk cacat atau produk yang harus dikerjakan ulang. Hal ini dapat menyebabkan kerugian material dan biaya tambahan untuk perbaikan produk. Untuk menghitung *defect losses* membutuhkan data total produk *defect*, *ideal cycle time*, dan *loading time*. Berikut ini contoh perhitungan pada tanggal 4 Januari 2021 :

$$Defect\ Losses = \frac{0.0024 \times 102}{480} \times 100\% = 0.05\%$$

- *Yield or Scrap Losses* adalah kerugian yang disebabkan karena adanya kecacatan di awal proses produksi. Berikut ini contoh perhitungan pada tanggal 4 Januari 2021 :

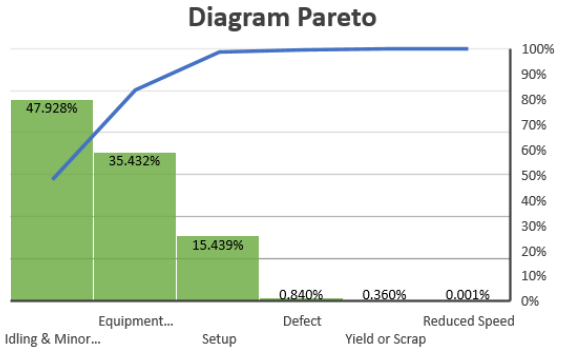
$$Scrap\ losses = \frac{0.0024 \times 374}{480} \times 100\% = 0.183\%$$

Berikut merupakan rekapitulasi total kerugian yang terjadi pada mesin *printing* 1 pada tanggal 4 Januari – 29 Januari 2021 :

Tabel 5. Rekap *Six Big Losses*

Jenis *Losses*	Total Waktu	Presentase	Kumulatif
Equipment Failure	1276	35.432%	35.432%
Setup	556	15.439%	50.872%
Idling & Minor Stoppages	1726	47.928%	98.8%
Reduced Speed	0.02781	0.001%	98.8%
Defect	30.239	0.840%	99.64%
Yield or Scrap	12.962	0.360%	100%
Total	3601	100%	

Untuk mendefinisikan permasalaha lebih jelas lagi maka dibuat diagram pareto *six big losses* sebagai berikut :

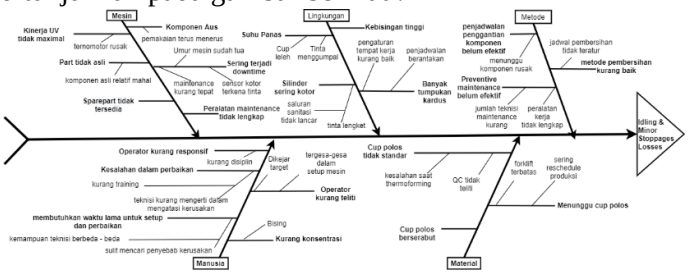


Gambar 3. Diagram Pareto

Berdasarkan diagram di atas, dapat dilihat bahwa kerugian yang paling besar merupakan *Idling and Minor Stoppages Losses*, yaitu kerugian yang disebabkan karena berhentinya mesin sejenak dan *idle time* mesin sebesar 47,928%. Faktor yang memengaruhi besarnya persentase *Idling and Minor Stoppages Losses* adalah *cleaning machine*, *process break*, dan *waiting time*.

d. Diagram Fishbone

Berdasarkan hasil diagram pareto, dari keenam faktor *six big losses*, kerugian yang paling berpengaruh diakibatkan oleh *Idling and Minor Stoppages Losses.* Dalam menentukan faktor apa saja dan akar masalah dari *Idling and Minor Stoppages Losses*, *Fishbone Diagram* dilakukan melalui *brainstorming* dan diskusi dengan Kepala Bagian *Printing*, Wakil Kepala Bagian *Maintenance* dan operator mesin *printing*. *Fishbone diagram Idling and Minor Stoppages Losses* ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 4. *Fishbone Diagram*

e. Analisis dan Saran Perbaikan

Tabel 6. Analisis dan Saran Perbaikan

Analisis dan Saran Perbaikan		
Faktor	Analisis	Saran Perbaikan
Mesin	Komponen ternometer rusak sehingga kinerja sinar UV tidak maksimal. Sering terjadi alarm 90 (kerusakan sinar UV)	Komponen ternometer diganti yang baru
	Komponen mesin banyak yang tidak asli karena mesin dari Italia sehingga sulit mencari sparepart dan harga sparepart asli cukup mahal. Hal ini mengakibarkan sering terjadi henti mesin	Membuat jadwal pembelian sparepart sesuai dengan *life cycle* komponen untuk mencegah terjadinya henti mesin tiba - tiba
	Penggunaan mesin secara terus menerus menyebabkan komponen aus	Pemberian pelumas secara rutin dan mengganti oli sesuai lama waktu mesin beroperasi
Metode	Perusahaan telah melakukan preventive maintenance tetapi apabila terdapat komponen mesin yang sudah saatnya untuk diganti, perusahaan akan menunggu hingga komponen rusak	Perusahaan melakuakn penggantian yang terjadwal tanpa harus menunggu komponen sampai rusak.
	Metode pembersihan kurang baik karena tidak terdapat SOP	Membuat SOP pembersihan mesin dalam bentuk work instruction dan checklist komponen supaya kinerja karyawan terukur dan jelas
	Kurangnya jumlah teknisi maintenance dan peralatan kerja yang tidak mendukung	Perusahaan dapat menghitung jumlah teknisi maintenance yang optimal berdasar jumlah mesin dan melakukan pembagian jobdesc. Selain itu membuat pengadaan untuk membeli peralatan kerja teknisi.
Manusia	Tidak semua operator dapat melakukan setup mesin, ketika akan memasang mandrill dan blanket tidak sesuai sehingga menyebabkan problem proses	Perusahaan memberikan training setup dan cara perbaikan mesin ke operator. Diharapkan operator dapat melakukan setup dan perbaikan sendiri apabila kerusakannya kecil.
	Operator tidak teliti ketika setup karena kurang konsentrasi dan dikejar target produksi sehingga tergesa - gesa	KA group dapat mengawasi setup mesin sebelum mengoperasikan mesin
	Operator kurang responsif dalam turut andil menjaga kebersihan lingkungan. Sehingga sensor mesin kotor dan terjadi henti mesin	Operator disiplin dalam menjaga kebersihan mesin dan area kerja agar tidak terjadi henti mesin karena sensor kotor
	Ketika terjadi kerusakan dapat terjadi kesalahan dalam perbaikan mesin karena teknisi kurang mengerti dalam mengatasi kerusakan	Training khusus untuk memahami bagian – bagian mesin dan cara memperbaikinya
Material	Cup polos tidak sesuai standar (berlubang, lengket, dan menggantung di mandrill) sehingga terjadi henti mesin	Sebaiknya pihak quality control dan visual sortir lebih teliti dalam mengecek kualitas output dari proses thermoforming dan memastikan hasilnya sesuai standar
	Cup polos berserabut sehingga terjadi problem proses karena cup perlu dilap terlebih dahulu	Mempertajam cutting mesin thermoforming dengan melakukan grinding secara berkala
	Menunggu cup polos dikirim dari gudang karena jumlah forklift terbatas dan penjadwalan produksi masih berantakan seperti reschedule tiba - tiba	Sebaiknya pihak PPIC dapat memperbaiki jadwal produksi agar dapar mengatur jadwal forklift yang dimiliki
Lingkungan	Suhu ruangan panas mengakibatkan tinta printing menggumpal dan cup menjadi leleh	Perusahaan memberi chiller dan pendingin ruangan pada ruang mesin printing
	Kinerja karyawan terganggu karena komponen mesin menghasilkan kebisingan tingkat tinggi	Operator diberi earplug, memberi sign bahwa ruangan bising, memberi pelumas agar komponen mesin tidak aus,pemeriksaan kesehatan secara berkala, pembatasan lama pekerja terpapar kebisingan dan memberi peredam kebisingan
	Sanitasi pembuangan tinta tidak lancar sehingga tinta printing lengket pada silinder tinta menyebabkan silinder sering kotor	Memberikan blower tinta
	Ruang gerak karyawan terbatas karena jalan sempit karena penataan ruang kerja kurang baik dan penjadwalan produksi berantakan	Dilakukan penataan layout dan menerapkan 5R agar terus melakukan continuos improvement. Selain itu PPIC juga dapat menjadwalkan pengiriman barang baik dari gudang menuju printing maupun dari printing menuju gudang lebih baik lagi

4. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut :

- Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, rata-rata nilai *availability* adalah 67.897%, *performance rate* adalah 99.758%, dan *quality rate* adalah 99.234%. Dari hasil tersebut, dapat diketahui bahwa kinerja bagian *maintenance* masih perlu ditingkatkan, dilihat dari nilai *availability* yaitu 67.897%. Usaha perusahaan sudah cukup baik karena sudah menerapkan *preventive maintenance* yaitu dengan melakukan pengecekan harian, mingguan, dan tahunan.
- Rata-rata hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin *printing* 1 pada tanggal 4 Januari 2021 sampai 2 Februari 2021 adalah 67.394%. Nilai ini berada pada kelas perusahaan standar yang artinya perusahaan harus melakukan perbaikan agar masuk pada kelas perusahaan diterima. Selain itu, perusahaan juga mengalami kerugian ekonomi dan rendah daya saing.
- Untuk meningkatkan efektivitas proses produksi, terutama pada mesin *printing* 1, berdasarkan 8 pilar TPM, perbaikannya dapat difokuskan menjadi 3 hal, yaitu *Autonomous maintenance*, *Planned maintenance*, *Training* dan s*afety, health, and environment*. Pada pilar *planned maintenance*, sebaiknya diterapkan *predictive maintenance* berupa pergantian rutin komponen mesin dan menerapkan jadwal pembersihan secara teratur. Pada pilar *autonomous maintenance* yaitu memberikan operator pengetahuan khusus mengenai mesin, sehingga mendorong operator proaktif dalam pemeliharaan mesin serta perbaikan kerusakan kecil, membersihkan mesin sebelum dan sesudah bekerja, mengatur kardus di area kerja. Pada pilar *training* yaitu memberikan operator pelatihan agar dapat melakukan *setup* dan perbaikan kerusakan yang kecil. Pada pilar *safety, health, and environment* dapat mengatur durasi kerja operator dan memberi *ear plug* agar tidak terlalu lama terpapar kebisingan, membuat *standart operating procedure*, dan menjaga sanitasi limbah.

Daftar Pustaka

Hedge, H., Mahesh, N., & Doss, K. (2009). Overall Equipment Effectiveness Improvement by TPM adn 5S Techniques in a CNC Machine Shop. *Sastech, Vol. 8 No. 2*, 25-32.

Kusnadi, E. (2011). *Fishbone Diagram dan langkah-langkah pembuatannya.*

Mobley, R., Higgins, L., & Wikoff, D. (2008). *Maintenance Engineering Handbook 7th Edition.* New York: McGraw-Hill.

Nakajima, S. (1988). *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM).* Portland: Productivity Press, OR.

Nasution, M. (2004). *Manajemen Mutu Terpadu.* Jakarta: Ghalia Indonesia.