

# Total Productive Maintenance (TPM) pada Proses Produksi Kardus di PT. Multipack Unggul

Kevin Ignatius<sup>1</sup>

**Abstract:** Production activity in industry can operate better if the production machine effectivity increases. The main problem identified in PT. Multipack Unggul is ineffective machine usage. One of the causes is the occurrence of downtime. Data indicates the duration of downtime happens in October 2021 for 69,133 hours (1,819%), November 2021 for 103,5 hours (2,806%), December 2021 for 90,1 hours (2,192%), and January 2022 for 96,433 hours (2,679%). That problem urges total productive maintenance (TPM) design and implementation in the company. Processed data shows that there are 7 machines with OEE value that do not reach the standard, i.e., corrugator, flexo I, II, IV, glue I, II, and III, despite a machine above the standard, i.e., flexo III. The MTBF and MTTR value of each machine are also calculated. The significance of the maintenance item is determined by the MTBF value. After analyzing the root causes, improvements plans and implementation are done. Several improvements have performed and showed an increase or indication of an increase in the period time of maintenance items on corrugator, flexo, and glue machine.

**Keywords:** total productive maintenance; overall equipment effectiveness; downtime

## Pendahuluan

PT. Multipack Unggul adalah sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi kardus boks untuk barang konsumsi sehari-hari, seperti mie instan, berbagai jenis sabun, pewangi pakaian, dan lain-lain. Kardus boks digunakan untuk memenuhi kebutuhan perusahaan-perusahaan saudara dalam Wings Group Surabaya. Oleh karena itu, perusahaan harus menyediakan produk dengan kualitas terstandar yang diproduksi dengan proses yang efektif dan efisien. Wings Group Surabaya terus-menerus memicu *improvement* terhadap perusahaan-perusahaannya, terutama PT. Multipack Unggul. Upaya *improvement* tersebut salah satunya adalah meningkatkan efektivitas penggunaan mesin dalam proses produksi. Penelitian ini berfokus pada ketiga jenis mesin yang digunakan dalam proses produksi kardus boks, yaitu mesin *corrugator*, mesin *flexo* (*flexo I* sampai *flexo IV*), dan mesin *glue* (*glue I* sampai *glue III*). Mesin *corrugator* adalah mesin pembuat *corrugated sheet* dari bahan gulungan kertas karton yang dipres, dipanaskan, dan dilem. Sedangkan, mesin *flexo* (*printing*) adalah mesin pencetak desain yang terdapat pada bagian tubuh kardus boks. Mesin *glue* adalah mesin pemberian perekat atau lem pada bagian sambungan kardus boks. *Downtime* yang tercatat pada mesin adalah 69,133 jam (1,819%) pada Oktober 2021, 103,5 jam (2,806%) pada November

2021, 90,1 jam (2,192%) pada Desember 2021, dan 96,433 jam (2,679%) pada Januari 2022. Hal tersebut menunjukkan *downtime* yang cukup tinggi dan penggunaan mesin yang kurang efisien. Permasalahan tersebut mendorong perancangan dan penerapan sistem *total productive maintenance* (TPM). Menurut (Nakajima [1]), TPM merupakan sistem perawatan mesin dalam skala perusahaan yang dapat mendukung fasilitas produksi yang mumpuni. Oleh karena itu, penggunaan TPM diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan mesin.

## Metode Penelitian

Langkah perancangan dan penerapan *total productive maintenance* (TPM) yang dilakukan pada penelitian adalah sebagai berikut:

### Mengumpulkan Data Produksi dan *Downtime* Mesin

Pengumpulan data dilakukan dengan meminta data-data relevan yang dimiliki oleh pihak perusahaan. Data yang diperoleh adalah data produksi dan *downtime* mesin yang terjadi dari bulan Oktober 2021 hingga Januari 2022.

### Mengolah Data

Pengolahan data dilakukan setelah proses pengumpulan data yang telah dilakukan sebelumnya. Proses mengolah data terbagi

<sup>1</sup> Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: kevinignatius@hotmail.com

menjadi dua bagian, yaitu menghitung MTBF dan MTTR dan menghitung OEE untuk setiap mesin.

Perhitungan OEE pada penelitian menggunakan rumus sebagai berikut (Ansori dan Mustajib [2]):

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

Perhitungan *availability* menggunakan rumus (Nakajima [1]):

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

Perhitungan *performance rate* menggunakan rumus (Nakajima [1]):

$$Performance\ rate = \frac{Processed\ amount \times Ideal\ cycle\ time}{Operation\ time} \times 100\% \quad (3)$$

Perhitungan *quality rate* menggunakan rumus (Nakajima [1]):

$$Quality\ rate = \frac{Processed\ amount - Defect\ amount}{Processed\ amount} \times 100\% \quad (4)$$

Selain itu, perhitungan MTBF yang terdapat pada penelitian menggunakan rumus berikut (Ebeling [3]):

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n Length\ of\ time\ between\ failure}{Amount\ of\ data} \quad (5)$$

Perhitungan MTTR menggunakan rumus (Ansori dan Mustajib [2]):

$$MTTR = \frac{Total\ downtime}{Number\ of\ failures} \quad (6)$$

Signifikansi *item-item maintenance* ditentukan dengan menggunakan nilai MTBF dari setiap *item maintenance* yang ada. Penentuan signifikansi dilakukan dengan menggunakan analisis *pareto* atau *pareto chart*.

*Pareto chart* adalah diagram yang berfungsi untuk mengetahui 20% masalah yang menyebabkan 80% dampak atau akibat (Montgomery [4]). *Pareto chart* menunjukkan masalah apa saja yang memiliki dampak atau akibat besar pada suatu proses. *Pareto chart* menggambarkan bentuk diagram batang dengan jumlah masalah yang terbesar berada di sebelah kiri, sedangkan untuk jumlah masalah yang terkecil berada di sebelah kanan.

### Melakukan Pencarian Akar Masalah

Analisis mengenai permasalahan yang terdapat

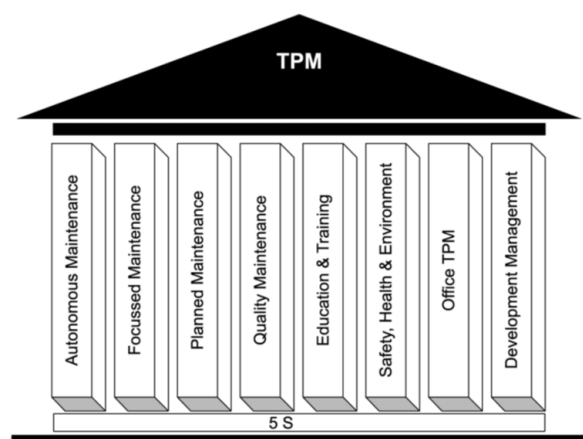
pada penelitian dilakukan dengan mencari akar masalah dari permasalahan tersebut. Akar masalah dapat diperoleh dengan menggunakan *fishbone diagram*.

*Cause and effect diagram* atau disebut juga dengan *fishbone diagram* atau diagram tulang ikan. Diagram ini ditemukan oleh seorang profesor yang berasal dari Jepang yang bernama Kaoru Ishikawa. Diagram ini berguna untuk mengidentifikasi lebih lanjut mengenai hubungan sebab akibat dari efek yang ditimbulkan. Diagram ini menggunakan 5M dan 1E yakni *man* (pekerja), *machine* (mesin), *material* (bahan baku), *method* (metode), *measurement* (ukuran), dan *environment* (lingkungan) (Montgomery [4]).

### Memberikan Usulan Perbaikan dan Implementasi Perbaikan

Pemberian usulan perbaikan yang terkait dengan TPM dilakukan untuk menyelesaikan masalah. Usulan yang diusulkan kepada pihak perusahaan adalah penggunaan 8 pilar TPM untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan mesin. Beberapa usulan perbaikan yang ada diimplementasikan secara langsung pada perusahaan.

*Total productive maintenance* (TPM) adalah metode yang memiliki tujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan mesin dalam proses produksi. TPM merupakan perkembangan dari penerapan *total quality management* (TQM). Nakajima [5] mengungkapkan bahwa TPM bertujuan untuk mendukung sistem *total preventive maintenance* dengan melibatkan keterlibatan seluruh pekerja dalam perusahaan, termasuk manajemen puncak.



Gambar 1. Delapan pilar TPM (Ansori dan Mustajib [2])

## Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa proses yang memberikan hasil berupa data. Data dan analisis yang ditampilkan pada jurnal ini adalah data dan analisis mesin *corrugator*.

### Proses Maintenance Mesin

Proses *maintenance* mesin diawali dengan mesin yang mengalami kerusakan (*breakdown*) ataupun gejala-gejala terjadi masalah mesin. *Supervisor* produksi akan mengisi *form* permintaan perbaikan. *Form* permintaan perbaikan tersebut kemudian akan diberikan kepada pihak departemen *maintenance*.

Departemen *maintenance* yang menerima *form* permintaan perbaikan, kemudian akan melakukan observasi dan analisis kerusakan pada mesin. Setelah analisis dilakukan, teknisi juga akan memutuskan apakah perbaikan membutuhkan penggantian *sparepart* atau tidak. Jika perbaikan memerlukan penggantian *sparepart*, maka pihak departemen *maintenance* akan melakukan pengadaan *sparepart*. Pengadaan *sparepart* yang dilakukan melibatkan departemen-departemen lain di dalam perusahaan, seperti departemen *purchasing*. Setelah *sparepart-sparepart* yang dibutuhkan sudah ada, teknisi akan mempersiapkan *sparepart* untuk dipasang pada mesin. Kemudian, teknisi akan melakukan perbaikan pada mesin dan mengganti komponen mesin yang mengalami kerusakan dengan *sparepart* yang baru.

Setelah perbaikan mesin selesai dilakukan, teknisi melakukan pengujian mesin untuk memastikan kondisi mesin telah optimal dan dapat berfungsi dengan baik. Jika mesin yang digunakan masih belum dalam kondisi baik untuk proses produksi, maka teknisi akan kembali melakukan observasi dan analisis ulang mengenai kerusakan mesin dan diikuti dengan proses-proses setelahnya. Jika mesin yang digunakan sudah dalam kondisi baik, maka mesin yang siap digunakan untuk proses produksi diserahkan kembali ke departemen produksi untuk dijalankan kembali.

### Pengambilan dan Pengolahan Data

Pengambilan dan pengolahan data dilakukan dari data yang diperoleh dari departemen produksi dan *maintenance*. Periode data yang diambil dan diolah adalah data bulan Oktober 2021 hingga Januari 2022.

### Data Downtime

Tabel 1 menunjukkan mesin *corrugator* memiliki total durasi *repair* selama 114 jam dan total *downtime* selama 123 jam 4 menit. Durasi *repair* dan *downtime* terlama terjadi pada bulan November 2021 dan tercepat terjadi pada bulan Oktober 2021.

Tabel 1. Data *downtime* mesin *corrugator*

| Bulan         | Durasi Repair (jam:menit) | Downtime (jam:menit) |
|---------------|---------------------------|----------------------|
| Oktober 2021  | 5:15                      | 5:15                 |
| November 2021 | 62:40                     | 65:50                |
| Desember 2021 | 21:25                     | 22:25                |
| Januari 2022  | 24:40                     | 29:34                |
| <b>Total</b>  | <b>114:00</b>             | <b>123:04</b>        |

### Data Loading Time

Tabel 2 menunjukkan *loading time* terlama yang dimiliki oleh mesin *corrugator* terjadi pada bulan Desember 2021 dengan durasi selama 542 jam dan tercepat pada Oktober 2021, yaitu 497 jam.

Tabel 2. Data *loading time* mesin *corrugator*

| Bulan         | Loading time (jam:menit) |
|---------------|--------------------------|
| Oktober 2021  | 497:00                   |
| November 2021 | 505:00                   |
| Desember 2021 | 542:00                   |
| Januari 2022  | 512:00                   |

### Data Ideal Cycle Time

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa *ideal cycle time* (waktu siklus ideal) untuk mesin *corrugator* selama 0,128 detik. Sedangkan, waktu siklus ideal untuk mesin *flexo I* sampai *flexo IV* selama 0,6 detik; 0,632 detik; 0,48 detik, dan 0,429 detik. Data juga menunjukkan bahwa waktu siklus ideal untuk mesin *glue I* selama 0,429 detik, mesin *glue II* selama 0,429 detik, dan mesin *glue III* selama 0,273 detik.

Tabel 3. Data *ideal cycle time*

| Mesin             | Ideal cycle time (detik) |
|-------------------|--------------------------|
| <i>Corrugator</i> | 0,128                    |
| <i>Flexo I</i>    | 0,600                    |
| <i>Flexo II</i>   | 0,632                    |
| <i>Flexo III</i>  | 0,480                    |
| <i>Flexo IV</i>   | 0,429                    |
| <i>Glue I</i>     | 0,429                    |
| <i>Glue II</i>    | 0,429                    |
| <i>Glue III</i>   | 0,273                    |

### Data Processed & Defect Amount

Total *sheets* yang diproduksi mesin *corrugator* sebanyak 41.838.284 lembar dan produk *defect* sebanyak 447.436 lembar. Produksi terbesar selama periode tersebut dicapai pada bulan Desember 2021 dengan jumlah sebanyak 12.323.411 lembar dan produksi terkecil diperoleh pada bulan Januari 2022 dengan jumlah 9.380.751 lembar. Sedangkan, produk *defect* terbanyak terjadi pada bulan Oktober 2021 dengan jumlah 125.620 lembar dan produk *defect* terkecil dengan jumlah 95.565 lembar terjadi pada bulan Januari 2022 (lihat Tabel 4).

**Tabel 4.** Data processed & defect amount mesin *corrugator*

| Bulan         | Processed amount (buah) | Defect amount (buah) |
|---------------|-------------------------|----------------------|
| Oktober 2021  | 10.664.294              | 125.620              |
| November 2021 | 9.469.828               | 112.983              |
| Desember 2021 | 12.323.411              | 113.268              |
| Januari 2022  | 9.380.751               | 95.565               |
| <b>Total</b>  | 41.838.284              | 447.436              |

### Perhitungan OEE

*Overall equipment effectiveness* (OEE) merupakan parameter yang dapat digunakan untuk mengukur seberapa efektif mesin menjalankan fungsinya, dalam hal ini merupakan proses produksi. Perhitungan OEE terdiri dari tiga komponen perhitungan, yaitu *availability*, *performance rate*, dan *quality rate*. Perhitungan *availability* mesin *corrugator* terdapat pada Tabel 5.

Rata-rata *availability* mesin *corrugator* mencapai 94,78%. *Availability* tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2021 sebesar 98,944% dan *availability* terendah terjadi pada bulan November 2021 dengan persentase sebesar 86,964% (lihat Tabel 5).

**Tabel 5.** Availability mesin *corrugator*

| Bulan            | Availability (%) |
|------------------|------------------|
| Oktober 2021     | 98,944           |
| November 2021    | 86,964           |
| Desember 2021    | 95,864           |
| Januari 2022     | 97,350           |
| <b>Rata-rata</b> | 94,780           |

Tabel 6 menunjukkan perhitungan *performance rate* mesin *corrugator*. Rata-rata *performance rate* dari mesin *corrugator* sebesar 75,972%. *Performance rate* tertinggi terdapat pada bulan Desember 2021 dengan persentase sebesar 84,017% dan *performance rate*

terendah terdapat pada bulan Januari 2022 sebesar 66,668%.

**Tabel 6.** Performance rate mesin *corrugator*

| Bulan            | Performance rate (%) |
|------------------|----------------------|
| Oktober 2021     | 76,820               |
| November 2021    | 76,384               |
| Desember 2021    | 84,017               |
| Januari 2022     | 66,668               |
| <b>Rata-rata</b> | 75,972               |

Tabel 7 menunjukkan perhitungan *quality rate* mesin *corrugator*. Rata-rata *quality rate* mesin *corrugator* sebesar 98,923%. *Quality rate* tertinggi terdapat pada bulan Desember 2021 sebesar 99,081% dan *quality rate* terendah terdapat pada bulan November 2021 dengan persentase sebesar 98,807%.

**Tabel 7.** Quality rate mesin *corrugator*

| Bulan            | Quality rate (%) |
|------------------|------------------|
| Oktober 2021     | 98,822           |
| November 2021    | 98,807           |
| Desember 2021    | 99,081           |
| Januari 2022     | 98,981           |
| <b>Rata-rata</b> | 98,923           |

Ketiga parameter tersebut digunakan untuk menghitung OEE. Mesin *corrugator* memiliki rata-rata OEE sebesar 71,197%, dimana OEE mesin *corrugator* masih berada di bawah standar OEE (85%). OEE tertinggi tercapai pada bulan Desember 2021 sebesar 79,801% dan OEE terendah terjadi pada bulan Januari 2022 dengan persentase 64,241% (lihat Tabel 8).

**Tabel 8.** OEE mesin *corrugator*

| Bulan            | OEE (%) |
|------------------|---------|
| Oktober 2021     | 75,114  |
| November 2021    | 65,634  |
| Desember 2021    | 79,801  |
| Januari 2022     | 64,241  |
| <b>Rata-rata</b> | 71,197  |

Mesin *flexo I, II, dan IV* memiliki rata-rata OEE di bawah standar, yaitu 52,793%; 70,626%; dan 74,32%. Hal tersebut menunjukkan ketiga mesin tersebut memerlukan analisis dan perbaikan untuk meningkatkan nilai OEE. Selain itu, mesin *flexo I* merupakan mesin *flexo* dengan OEE terendah. Sedangkan, mesin *flexo III* memiliki rata-rata OEE sebesar 89,67%, dimana telah berada di atas standar OEE. Meskipun begitu, mesin *flexo III* tetap dilakukan analisis

dan perbaikan lebih lanjut untuk dapat meningkatkan nilai OEE lagi (lihat Tabel 9).

**Tabel 9.** OEE mesin *flexo*

| Bulan            | OEE (%)        |                 |                  |                 |
|------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|
|                  | <i>Flexo I</i> | <i>Flexo II</i> | <i>Flexo III</i> | <i>Flexo IV</i> |
| Okt. 2021        | 60,056         | 70,392          | 97,072           | 75,413          |
| Nov. 2021        | 50,640         | 64,725          | 87,209           | 68,699          |
| Des. 2021        | 53,311         | 80,197          | 90,206           | 79,380          |
| Jan. 2022        | 47,166         | 67,192          | 84,192           | 73,786          |
| <b>Rata-rata</b> | <b>52,793</b>  | <b>70,626</b>   | <b>89,670</b>    | <b>74,320</b>   |

Mesin *glue I, II, dan III* memiliki rata-rata OEE di bawah standar, yaitu 71,055; 43,475%; dan 84,661%. Hal tersebut menunjukkan ketiga mesin tersebut memerlukan analisis dan perbaikan untuk meningkatkan nilai OEE. Mesin *glue III* saja yang berada sedikit di bawah standar OEE. Ketiga bulan data menunjukkan OEE mesin *glue III* berada di atas standar, bahkan pada Desember 2021 mencapai 91,023%. Namun, terdapat satu bulan dimana OEE mesin *glue III* rendah, yaitu bulan Januari 2022 (lihat Tabel 10).

**Tabel 10.** OEE mesin *glue*

| Bulan            | OEE (%)       |                |                 |
|------------------|---------------|----------------|-----------------|
|                  | <i>Glue I</i> | <i>Glue II</i> | <i>Glue III</i> |
| Oktober 2021     | 74,055        | 40,805         | 85,509          |
| November 2021    | 64,923        | 43,646         | 85,905          |
| Desember 2021    | 79,527        | 44,786         | 91,023          |
| Januari 2022     | 65,716        | 44,662         | 76,208          |
| <b>Rata-rata</b> | <b>71,055</b> | <b>43,475</b>  | <b>84,661</b>   |

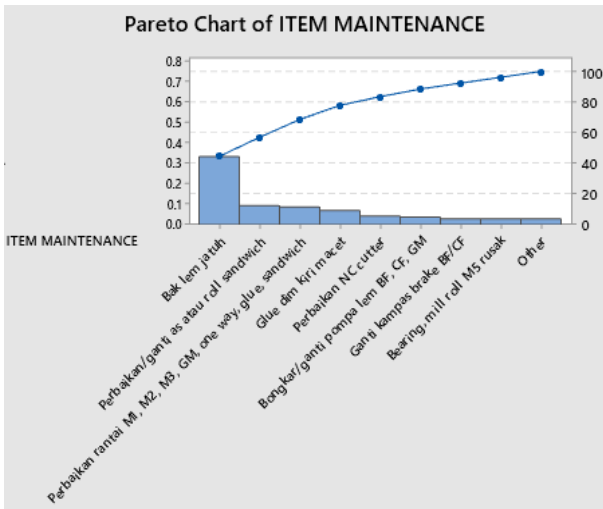
**Perhitungan MTBF & MTTR**

Tabel 11 menunjukkan perhitungan MTBF & MTTR dari *item maintenance* yang ada. Perhitungan dari data *item maintenance* menunjukkan bahwa *item maintenance* dengan MTBF terpanjang adalah ganti motor lem BF/CF dan *bearing, mill roll M5* rusak (masing-masing 840 jam). Sedangkan, *item*

*maintenance* dengan MTBF terpendek adalah bak lem jatuh (72 jam). *Item maintenance* dengan MTTR terlama adalah *main drive canvas speed* bermasalah (11 jam 30 menit) dan *item maintenance* dengan MTTR tercepat adalah tabung klep *bridge CF* bocor (30 menit).

**Tabel 11.** Perhitungan MTBF & MTTR mesin *corrugator*

| No | <i>Item Maintenance</i>                                   | MTBF (jam: menit) | MTTR (jam: menit) |
|----|---|-------------------|-------------------|
| 1  | Ganti kampas brake BF/CF                                  | 824:00            | 1:00              |
| 2  | Perbaikan rantai M1, M2, M3, GM, one way, glue, sandwich  | 274:40            | 1:47              |
| 3  | Ganti motor lem BF/CF                                     | 840:00            | 1:07              |
| 4  | Bongkar/ganti pompa lem BF, CF, GM                        | 648:00            | 1:30              |
| 5  | Glue dim kiri macet                                       | 348:00            | 3:40              |
| 6  | Bak lem jatuh   | 72:00             | 2:05              |
| 7  | As penghantar triple dex CF atas glue mesin               | -                 | 1:00              |
| 8  | Perbaikan/ganti as atau roll sandwich                     | 258:00            | 2:40              |
| 9  | Perbaikan NC cutter                                       | 564:00            | 2:15              |
| 10 | Bearing, mill roll M5 rusak                               | 840:00            | 1:53              |
| 11 | Setelan BF kiri tidak berfungsi, guider lem BF kiri macet | -                 | 4:00              |
| 12 | Tabung klep bridge CF bocor                               | -                 | 0:30              |
| 13 | Main drive canvas speed bermasalah                        | -                 | 11:30             |
| 14 | Ganti motor DC HT penggerak canvas belt                   | -                 | 10:30             |
| 15 | Upstacker down bermasalah                                 | -                 | 1:00              |
| 16 | Ganti finger BF 8 pcs                                     | -                 | 2:30              |
| 17 | As up roll single facer BF lepas                          | -                 | 2:30              |
| 18 | Ganti gear penghubung scor slisco 2                       | -                 | 1:30              |
| 19 | Perbaikan kebocoran steam M1, M2, M4                      | -                 | 4:00              |
| 20 | Ganti litter 5 set slisco 6                               | -                 | 4:00              |



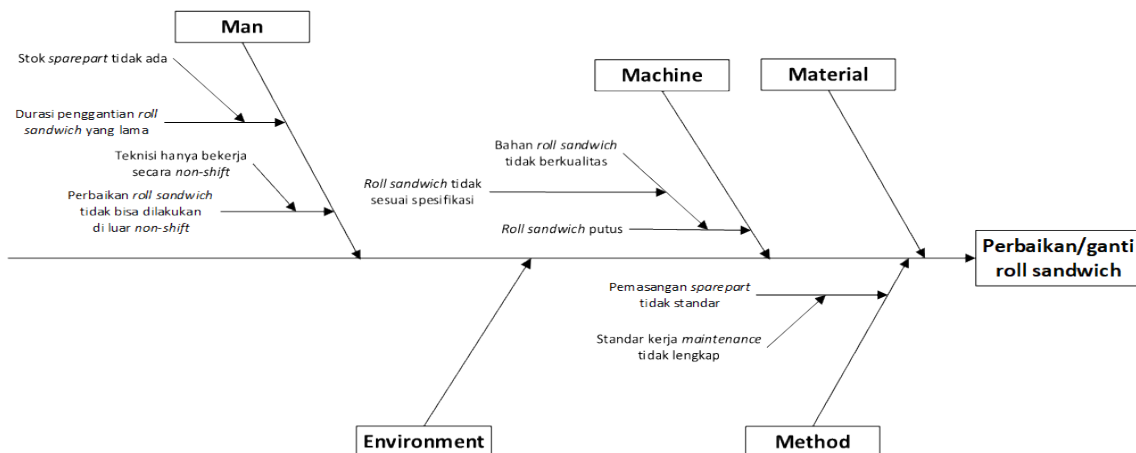
Gambar 2. Pareto chart MTBF mesin corrugator

Gambar 2 menunjukkan *item maintenance* signifikan (MTBF terpendek) adalah bak lem jatuh, perbaikan/ganti as atau *roll sandwich*, dan perbaikan rantai M1, M2, M3, GM, *one-way*, *glue*, *sandwich*. *Item-item maintenance* tersebut memiliki efek sebesar 68,6% dari rata-rata interval waktu kejadian *item-item maintenance* pada mesin *corrugator*.

**Analisis Akar Masalah (Fishbone Diagram)**

*Item-item maintenance* signifikan menurut nilai MTBF kemudian dilakukan analisis akar masalah. Analisis akar masalah dilakukan dengan menggunakan *fishbone diagram* untuk dapat mengetahui akar penyebab masalah dengan akurat dan tepat sasaran.

*Item maintenance* bak lem jatuh tidak dilakukan analisis, karena permasalahan bak lem yang jatuh telah diselesaikan oleh departemen *maintenance* dengan melakukan pemasangan *stopper* pada bulan Desember 2021. Analisis akar masalah dilakukan pada *item maintenance* perbaikan/ganti as atau *roll sandwich*.



Gambar 3. Fishbone diagram perbaikan/ganti roll sandwich

*Fishbone diagram* pada Gambar 3 menunjukkan terdapat beberapa faktor penyebab terjadinya perbaikan/ganti *roll sandwich*. Penyebab masalah terdiri dari tiga jenis faktor penyebab, yaitu *machine* (mesin), *man* (manusia), dan *method* (metode). Faktor mesin memiliki satu penyebab masalah, yaitu *roll sandwich* yang putus. *Roll sandwich* putus tersebut disebabkan oleh bahan *roll sandwich* yang kurang berkualitas. Hal tersebut disebabkan oleh *roll sandwich* yang tidak sesuai dengan standar spesifikasi. Sedangkan, faktor manusia memiliki dua penyebab permasalahan. Penyebab pertama adalah perbaikan *roll sandwich* tidak bisa dilakukan di luar *non-shift*. Perbaikan tersebut tidak bisa dilakukan di luar *non-shift* karena teknisi yang hanya bekerja secara *non-shift*. Penyebab kedua adalah durasi penggantian *roll sandwich* yang lama. Hal tersebut disebabkan oleh tidak adanya stok *sparepart*. Faktor metode memiliki satu penyebab, yakni pemasangan *sparepart* yang tidak standar. Pemasangan tidak standar disebabkan oleh tidak lengkapnya standar kerja departemen *maintenance*.

**Usulan Perbaikan (Improvement)**

Usulan perbaikan yang dibuat meliputi *item-item maintenance* signifikan di mesin *corrugator*, *flexo*, dan *glue*. Usulan perbaikan yang telah diberikan dalam penelitian sebagian telah dibuat dan diimplementasikan, sebagian telah dibuat, dan sisanya telah dikomunikasikan dengan departemen *maintenance*.

**Pengecekan Rutin dengan Checklist Kondisi Mesin (Corrective Maintenance)**

*Checklist* kondisi mesin adalah sebuah *checklist* yang berisi tentang beberapa komponen mesin yang dilakukan inspeksi dengan beberapa parameter yang telah ditetapkan. *Checklist*

kondisi mesin tersebut merupakan sebuah bentuk dari pemeliharaan korektif. Pemeliharaan korektif yang dilakukan adalah melakukan observasi ataupun pengamatan dari kondisi mesin, terutama saat disinyalir gejala-gejala kerusakan mesin.

### **Pembentukan Ulang Struktur Organisasi Departemen Maintenance**

Struktur organisasi yang masih digunakan pada departemen *maintenance* berisi tentang teknisi yang hanya bekerja secara *non-shift*, yaitu 08:00-16:00. Operator produksi di luar *non-shift* berusaha untuk melakukan perbaikan terhadap mesin saat terjadi *breakdown* yang bersifat ringan ataupun berada di dalam pengetahuan operator akan mesin tersebut. Perubahan dilakukan dimana setiap *shift* kerja terdapat seorang senior teknisi dan seorang junior teknisi yang bertugas untuk melakukan perbaikan tidak terencana dan perbaikan preventif.

### **Penggunaan Alat Sensor Temperatur**

Pada mesin *flexo* terdapat permasalahan *sheet* yang kurang berkualitas. Penggunaan alat sensor dengan temperatur dapat mendeteksi masalah ini. Alat pengukur suhu yang dilengkapi dengan sensor digunakan untuk melakukan pengukuran suhu dari material *sheet* yang akan masuk ke dalam mesin *flexo*. Terdapat indikasi bahwa suhu material dapat membuat *sheet* menjadi melengkung. Jadi, dapat diketahui kualitas dari *sheet* yang akan digunakan dengan melakukan pengukuran suhu dari material tersebut.

### **Pemeliharaan Pencegahan (Preventive Maintenance)**

*Preventive maintenance* merupakan metode pemeliharaan mesin dalam jangka waktu interval tertentu yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan ataupun kegagalan pada mesin tersebut.

**Tabel 12.** Usulan perbaikan pada mesin *corrugator*, *flexo*, dan *glue*

| Mesin                          | Jenis Faktor                  | Akar Masalah   | Rancangan Perbaikan  | Waktu Implementasi                |
|--------------------------------|-------------------------------|--|--|-----------------------------------|
| <i>Corrugator, flexo, glue</i> | Mesin                         | <i>Roll sandwich</i> , sambungan rantai ( <i>corrugator</i> ), <i>bearing</i> , <i>sparepart creasing (flexo)</i> , as <i>folder (glue)</i> tidak sesuai spesifikasi | Penggantian <i>sparepart roll sandwich</i> , sambungan rantai ( <i>corrugator</i> ), <i>bearing</i> , <i>sparepart creasing (flexo)</i> , as <i>folder (glue)</i> harus sesuai spesifikasi | Akhir bulan Maret 2022            |
| <i>Corrugator, flexo</i>       | Manusia                       | Teknisi hanya bekerja <i>non-shift</i>   | Teknisi bekerja dalam 3 <i>shift</i> kerja dengan melakukan pembentukan ulang struktur organisasi departemen <i>maintenance</i>  | Telah dibuat (belum dilaksanakan) |
| <i>Corrugator</i>              | Manusia                       | Stok <i>sparepart</i> tidak ada  | Perhitungan ulang stok <i>sparepart roll sandwich</i> yang dibutuhkan  | Akhir bulan Maret 2022            |
| <i>Corrugator, flexo, glue</i> | Metode, mesin ( <i>glue</i> ) | Standar kerja <i>maintenance</i> tidak lengkap   | Pembuatan standar kerja <i>maintenance</i>   | Belum dibuat                      |
| <i>Corrugator, glue</i>        | Mesin                         | Umur pakai pendek  | Pengecekan rutin dengan <i>checklist</i> kondisi mesin   | 23 Maret 2022                     |
| <i>Corrugator</i>              | Mesin                         | Pembersihan rutin belum dijadwalkan  | Penjadwalan pembersihan <i>glue dim</i>  | Belum dibuat                      |
| <i>Flexo</i>                   | Material                      | Bahan <i>sheet</i> kurang berkualitas  | Pembelian bahan <i>sheet</i> yang berkualitas, penggunaan alat sensor temperatur   | Belum dibuat                      |
| <i>Flexo</i>                   | Mesin                         | <i>Gear printing</i> dan <i>roll penghantar</i> digunakan hingga benar-benar rusak   | Penjadwalan perbaikan atau penggantian <i>gear printing</i> dan <i>roll penghantar</i>   | 05 April 2022                     |
| <i>Glue</i>                    | Mesin                         | Pemberian oli belum dijadwalkan  | Penjadwalan pemberian oli  | Belum dibuat                      |
| <i>Glue</i>                    | Mesin                         | <i>Pulley timing belt</i> tidak tercatat pada <i>form</i> perbaikan  | Pencatatan pada <i>form</i> perbaikan  | Belum dibuat                      |
| <i>Glue</i>                    | Mesin                         | Tidak terdapat standar pemasangan <i>squaring</i>  | Standarisasi pemasangan <i>squaring</i>  | Belum dibuat                      |

Tujuan utama dari usulan *preventive maintenance* adalah *maintenance* yang dilakukan dapat lebih terjadwal dan telah memperoleh persetujuan dari departemen-departemen lain yang berkaitan, yaitu departemen produksi, departemen PPIC, dan departemen QC. *Preventive maintenance* yang dibuat terdiri dari dua jadwal *maintenance*, yaitu jadwal *preventive maintenance* bulanan dan jadwal *preventive maintenance* mingguan. *Preventive maintenance* mingguan merupakan penjabaran lebih lanjut dari *preventive maintenance* bulanan.

#### Data MTBF Mesin setelah Implementasi Perbaikan

Peningkatan nilai MTBF terjadi pada *item maintenance* perbaikan rantai M1, M2, M3, GM, *one-way*, *glue*, *sandwich* pada mesin *corrugator* selama 205 jam 20 menit (74,757%) dan *print* tidak sesuai (miring, ganda) pada mesin *flexo IV* selama 86 jam 33 menit. Penurunan MTBF terjadi pada *item print* tidak sesuai (miring, ganda) pada mesin *flexo I* yang menandakan perbaikan yang telah dilakukan belum cukup. Rancangan-rancangan perbaikan lain dapat diterapkan untuk meningkatkan nilai MTBF, seperti pembelian *sheet* yang berkualitas. *Item maintenance* yang tidak memiliki nilai MTBF baik sebelum ataupun sesudah implementasi perbaikan, memerlukan perhitungan *time to failure* dan/atau MTTF.

Indikasi peningkatan rentang waktu kejadian diindikasikan terjadi pada *item maintenance* perbaikan *as/roll sandwich* dan *glue dim* kiri macet pada mesin *corrugator*, ganti *bearing one-way* pada mesin *flexo*, *print* tidak sesuai (miring, ganda) pada mesin *flexo II* dan *flexo III*, perbaikan garis *creasing* pada mesin *flexo*, *spi gear*, *as folder*, *folding* terlepas, *squaring* miring, dan *timing belt* bermasalah yang terjadi pada mesin *glue*.

#### Simpulan

PT. Multipack Unggul adalah sebuah perusahaan produsen kardus boks yang telah berdiri sejak tahun 1991 di bawah naungan Wings Group Surabaya. Terdapat masalah-masalah yang timbul dalam penggunaan mesin, sehingga efektivitas penggunaan mesin menjadi menurun. Masalah tersebut salah satunya merupakan tingginya *downtime* pada mesin-mesin tersebut. Oleh karena itu, metode *total*

*productive maintenance (TPM)* dirancang dan diimplementasikan untuk menyelesaikan masalah-masalah tersebut.

Pengolahan data menunjukkan terdapat 7 mesin berada di bawah standar OEE (85%), yaitu mesin *corrugator*, *flexo I*, *flexo II*, *flexo IV*, *glue I*, *glue II*, dan *glue III*. Sedangkan, mesin *flexo III* merupakan satu-satunya mesin dengan OEE di atas standar, yakni 89,67%. Perusahaan memiliki keputusan untuk memprioritaskan *item-item maintenance* dengan MTBF yang paling pendek untuk dilakukan perbaikan terlebih dahulu. Penentuan *item-item maintenance* signifikan dilakukan dengan menggunakan *pareto chart* dan analisis akar masalah dari *item maintenance* dilakukan dengan menggunakan *fishbone diagram*. Analisis akar masalah dan perbaikan dilakukan berdasarkan mesin *corrugator*, *flexo* yang diakumulasi, dan *glue* yang diakumulasi. Juga, dilakukan *improvement-improvement* dengan beberapa di antaranya diimplementasikan pada perusahaan.

Peningkatan terjadi pada nilai MTBF *item maintenance* perbaikan rantai M1, M2, M3, GM, *one-way*, *glue*, *sandwich* pada mesin *corrugator* selama 205 jam 20 menit (74,757%) dan *print* yang tidak sesuai pada mesin *flexo IV* selama 86 jam 33 menit (33,616%). Sedangkan, penurunan MTBF terjadi pada *item maintenance print* yang tidak sesuai di mesin *flexo I*, yaitu 308 jam (-74,757%). Selain itu, terdapat indikasi peningkatan nilai *time to failure* pada mesin *corrugator* (perbaikan *as sandwich* dan *glue dim* kiri macet), *flexo* (ganti *bearing one-way*, *print* tidak sesuai pada mesin *flexo II* dan *flexo III*, perbaikan garis *creasing*), dan *glue* (*spi gear*, *as folder*, *folding* terlepas, *squaring* miring, *timing belt* bermasalah).

#### Daftar Pustaka

1. Nakajima, S., *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*, Productivity Press, 1988.
2. Ansori, N. and Mustajib, M. I., *Sistem Perawatan Terpadu*, Graha Ilmu, 2013.
3. Ebeling, C. E., *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, McGraw-Hill, 1997.
4. Montgomery, D. C., *Introduction to Statistical Quality Control*, 6<sup>th</sup> ed., Arizona State University, 2009.
5. Nakajima, S., *TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance*, Productivity Press, 1989.