

PERHITUNGAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) GUNA MENGURANGI *SIX BIG LOSSES* PADA MESIN PRODUKSI DAN USULAN PERBAIKAN EFEKTIVITAS MESIN MENGGUNAKAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) PADA PT. MJ

Farida Puspa Mellyana¹⁾, Fourry Handoko²⁾, Thomas Priyasmanu³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Email : faridapuspa20@gmail.com

Abstrak, PT. MJ merupakan perusahaan teh dalam kemasan dimana kapasitas produksinya sebesar 13.440 pcs per hari. Masalah yang dialami PT. MJ adalah adanya produk cacat yang cukup besar per bulannya. Jika diamati pada saat survei hal ini disebabkan oleh mesin *breakdown*. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui nilai efektivitas mesin *filling* menggunakan metode *overall equipment effectiveness* dan mengetahui faktor yang paling mempengaruhi nilai efektivitas mesin *filling* menggunakan *six big losses* serta memberikan usulan perbaikan dengan menggunakan metode *fault tree analysis*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan nilai rata – rata *overall equipment effectiveness* sebesar 44,64%, nilai tersebut masih berada di bawah standar nilai standar dunia yakni sebesar 85%. Faktor yang paling mempengaruhi rendahnya nilai *overall equipment effectiveness* pada perhitungan *six big losses* adalah faktor *idle and minor stoppage*. Kemudian untuk mengetahui faktor penyebab kerugian pada *idle and minor stoppage* digunakan metode *Fault Tree Analysis* dan ditemukan beberapa kerugian diantaranya yaitu material terlambat masuk stasiun kerja, listrik padam dan operasi *switch flow* tidak normal. Maka diberikan usulan perbaikan dengan mengatur jadwal pembersihan mesin agar tidak terjadi penyumbatan, kemudian perusahaan dapat menyediakan genset dan mengganti *switch flow* jika sudah tidak layak.

Kata kunci : *Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Fault Tree Analysis*

PENDAHULUAN

Perusahaan manufaktur merupakan perusahaan industri yang mengolah bahan baku menjadi barang setengah jadi atau barang jadi, hal ini berkaitan dengan mengaplikasikan mesin, peralatan dan tenaga kerja. Salah satu faktor keberhasilan perusahaan manufaktur yaitu lancarnya proses produksi. Peran mesin sangat penting pada proses produksi, karena kinerja mesin dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil produksi. Oleh karena itu mengevaluasi kinerja mesin agar dapat mengetahui seberapa efektif mesin bekerja dan menjaga mesin agar tetap bisa beroperasi secara normal adalah hal penting yang harus dilakukan perusahaan (Kementerian Perindustrian, 2016). Jika tidak dijaga dan dilakukan evaluasi hal ini akan merugikan pihak perusahaan karena dapat menurunkan tingkat produktivitas dan efisiensi mesin yang akan mengakibatkan kerugian waktu dan biaya yang cukup besar.

Penelitian ini dilakukan pada PT. MJ, yaitu perusahaan minuman dalam kemasan dengan 2 produk yaitu minuman teh dalam kemasan dengan merk *Seven Tea* dan minuman sari asam jawa dengan merk Asam Jawa. Perusahaan ini bekerja 8 jam per hari dengan

kapasitas produksi sebesar 560 karton atau 13.440 pcs per hari. Data pada bulan Januari 2022 terdapat produk cacat sebesar 7721 pcs per bulan, jumlah ini termasuk jumlah yang cukup besar karena mengurangi target produksi. Jika diamati pada saat survei dan informasi yang didapat dari pihak perusahaan, hal ini disebabkan oleh mesin *breakdown* pada saat proses produksi. Mesin *breakdown* merupakan kondisi mesin mengalami kerusakan dimana mesin harus terpaksa berhenti untuk melakukan perbaikan tanpa perencanaan. Aktivitas ini tentu dapat menyebabkan pemborosan waktu dan penurunan produktivitas. Pada perusahaan ini terdapat mesin utama yaitu mesin *filling* yang digunakan untuk mengisi hasil produk olahan teh ke dalam kemasan, dimana kondisinya sering mengalami *breakdown* pada saat proses produksi. Mesin *filling* ini bekerja secara otomatis dimulai dengan mengisikan hasil produk olahan teh melalui *filling liquid* ke dalam kemasan dan dilanjutkan dengan proses menutup kemasan dengan blok *press* dan sisa plastik penutup kemasan dipotong menggunakan blok *cutting* agar terlihat rapi.

Tabel 1. Waktu Kinerja Mesin *Filling* Pada Bulan Januari 2022

Tanggal	<i>Available time</i> (minute)	<i>Set up and adjustment</i> (minute)	<i>Failure</i> (minute)	<i>Breakdown time</i> (minute)
01.01.2022	480	30	10	30
03.01.2022	480	30	60	30
04.01.2022	480	29	11	0
05.01.2022	480	15	9	0
06.01.2022	480	15	14	0
07.01.2022	480	27	10	0
08.01.2022	480	35	9	20
09.01.2022	480	31	60	0
11.01.2022	480	32	15	0
12.01.2022	480	37	11	50
13.01.2022	480	20	11	0
14.01.2022	480	20	15	0
15.01.2022	480	25	10	0
17.01.2022	480	24	9	0
18.01.2022	480	30	12	0
19.01.2022	480	30	20	60
20.01.2022	480	35	60	60
21.01.2022	480	25	29	0
22.01.2022	480	20	25	0
24.01.2022	480	30	21	0
25.01.2022	480	30	60	0
26.01.2022	480	32	30	25
27.01.2022	480	33	20	0
28.01.2022	480	29	18	0
29.01.2022	480	31	15	0
31.01.2022	480	29	12	0

(Sumber : PT. MJ)

Pada tabel 1 menunjukkan data kinerja mesin *filling* bulan Januari, penelitian terdapat *available time* yaitu waktu yang tersedia sebesar 480 menit, waktu ini didapatkan dari jumlah kerja per hari selama 8 jam. Kemudian ada *setup and adjustment* yaitu waktu *setting* yang dilakukan operator dan *failure* yaitu lama mesin berhenti karena beberapa faktor. Salah satunya disebabkan oleh kerusakan mesin *filling* pada bagian *heater* yang sering putus akibat temperatur yang tinggi dan perlu perbaikan hingga menyebabkan mesin berhenti beroperasi, serta *downtime* yaitu waktu total mesin berhenti karena *setting* dan *failure*. Tercatat bahwa ada temuan 7 kali *breakdown time* dengan waktu terlalu lama yaitu sebesar 60 menit. Ini terjadi lantaran perusahaan tidak melakukan evaluasi kinerja mesin secara berkala, hanya dilakukan ketika terjadi kerusakan pada mesin hingga menyebabkan mesin harus berhenti.

Berdasarkan kondisi mesin dan data pada tabel di atas yang diperoleh dari PT. MJ, perusahaan memerlukan analisa terhadap mesin produksi untuk meningkatkan produktivitas mesin *filling* dan mengurangi cacat produk. Dengan begitu penelitian ini difokuskan pada salah satu mesin produksi yaitu mesin *filling* untuk memproduksi teh yang sering mengalami *break down*. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan tahapan menganalisis faktor penyebab *Six Big Losses* mesin *filling* dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA).

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yakni bertujuan untuk mendeskripsikan suatu fenomena yang terjadi secara faktual, sistematis, dan akurat. (Kadek,

dkk., 2022) Objek penelitian ini adalah mesin *filling* yang dilakukan pada PT. MJ yang berlokasi di Kabupaten Pasuruan dan dilakukan pada bulan Maret 2022. Variabel yang digunakan yaitu *independent variable* (variabel bebas) dan *dependent variable* (variabel terikat). Data yang digunakan dalam penelitian ini *set up and adjustment, failure time, downtime*, produk cacat yang ada pada bulan Januari 2022. Data tersebut didapatkan dengan cara observasi, wawancara dan dokumentasi terhadap karyawan atau pihak PT. MJ.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Untuk mengetahui seberapa besar nilai *overall equipment effectiveness* diawali dengan perhitungan faktor pembentuk OEE yakni *availability rate, performance rate* dan *quality rate*.

1. Availability Rate

$$\text{Availability rate} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dimana:

Loading Time = Total Availabel Time – Planned Downtime
Operating Time = Loading Time – Unplanned Downtime

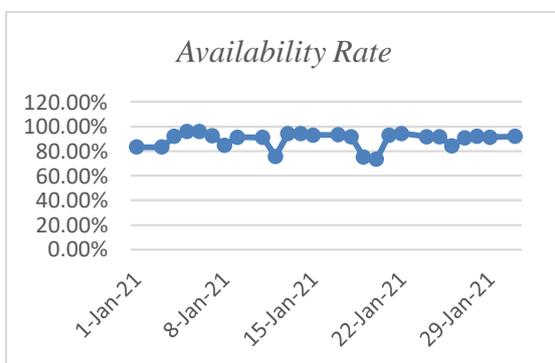
Sampel perhitungan *Availability Rate* pada tanggal 1 Januari 2022 sebagai berikut:

$$\text{Loading time} = 480 - 120 = 360$$

$$\text{Operating time} = 360 - 60 = 300$$

$$\text{Availability rate} = \frac{300}{360} \times 100\%$$

$$\text{Availability rate} = 83,33\%$$



Gambar 1. Grafik Persentase *Availability Rate*

Sumber: Pengolahan Data *Microsoft Excel* 2013

Berdasarkan hasil olah data dapat diketahui nilai terendah *availability rate* sebesar 73,61% dan nilai tertinggi sebesar

94,44% dengan nilai rata – rata *availability rate* mesin *filling* di PT. MJ sebesar 89,32%. Nilai tersebut masih berada di bawah nilai standar dunia yakni sebesar 90%.

2. Performance Rate

$$\text{Performance} = \frac{(\text{Total Output} \times \text{Ideal Cycle Time})}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

Dimana:

Total Output = jumlah produksi

Ideal cycle time = waktu siklus ideal

Operating time = Loading Time – Unplanned Downtime

Sampel perhitungan *Performance Rate* pada tanggal 1 Januari 2022 sebagai berikut:

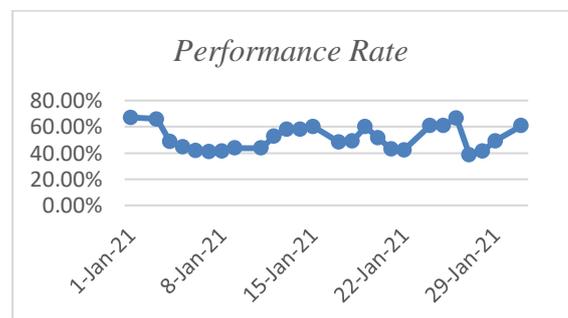
$$\text{Total Output} = 13440$$

$$\text{Ideal cycle time} = 0,015$$

$$\text{Operating time} = 300$$

$$\text{Performance rate} = \frac{(13440 \times 0,015)}{300} \times 100\%$$

$$\text{Performance rate} = 67,20\%$$



Gambar 2. Grafik Persentase *Performance Rate*

Sumber: Pengolahan Data *Microsoft Excel* 2013

Berdasarkan hasil olah data dapat diketahui nilai terendah *performance rate* sebesar 41,08% dan nilai tertinggi sebesar 67,2% dengan rata – rata *performance rate* mesin *filling* di PT. MJ sebesar 51,58%. Nilai tersebut masih berada di bawah nilai standar dunia yakni sebesar 95%.

3. Quality Rate

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Total Output} - \text{Defect}}{\text{Total Output}} \times 100\%$$

Dimana:

Total Output = jumlah produksi

Defect = produk cacat

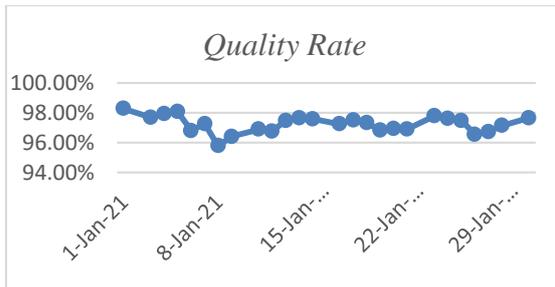
Sampel perhitungan *Quality Rate* pada tanggal 1 Januari 2022 sebagai berikut:

$$\text{Total output} = 13440$$

Defect = 233

$$\text{Quality Rate} = \frac{13440 - 233}{13440} \times 100\%$$

$$\text{Quality Rate} = 98,26\%$$



Gambar 3. Grafik Persentase *Quality rate*
 Sumber: Pengolahan Data *Microsoft Excel* 2013

Berdasarkan hasil olah data dapat diketahui nilai terendah *Quality Rate* sebesar 96,4% dan nilai tertinggi sebesar 98,26% dengan rata – rata *Quality Rate* mesin *filling* di PT. MJ sebesar 97,17%. Nilai tersebut masih berada di bawah nilai standar dunia yakni sebesar 99%.

4. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

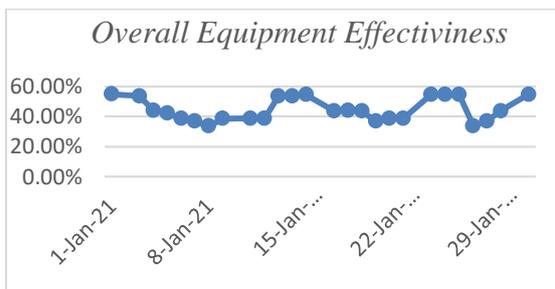
Nilai *overall equipment effectiveness* didapat dengan mengalikan ketiga hasil perhitungan sebelumnya.

$$\text{OEE} = \text{Availability} (\%) \times \text{Performance} (\%) \times \text{Quality} (\%)$$

Sampel perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* pada tanggal 1 Januari 2022 sebagai berikut:

$$\text{OEE} = 83,33\% \times 67,2\% \times 98,26\%$$

$$\text{OEE} = 55,00\%$$



Gambar 4. Grafik Persentase *Overall Equipment Effectiveness*
 Sumber: Pengolahan Data *Microsoft Excel* 2013

Berdasarkan hasil olah data dapat diketahui nilai terendah *overall equipment effectiveness* sebesar 33,52% dan nilai tertinggi sebesar 54,74% dengan rata – rata *overall equipment effectiveness* mesin *filling* di PT. MJ sebesar 44,64%. Nilai tersebut masih berada di bawah nilai standar dunia yakni sebesar 85%. Dalam hal ini PT. MJ memiliki ruang yang besar untuk melakukan *improvement* untuk meningkatkan nilai OEE.

Perhitungan Six Big Losses

Six big losses merupakan 6 kerugian besar yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan. Dikategorikan dalam 3 kategori besar yakni *downtime losses* yang meliputi *equipment failure losses* dan *set up and adjustment losses* serta *speed losses* yang meliputi *idle and minor stoppage* dan *reduced speed losses* serta *quality losses* yang meliputi *defect losses* dan *reduced yield*.

1. Downtime losses (penurunan waktu)

a. Equipment Failure Losses (EFL)

$$\text{EFL} = \frac{\text{total breakdown time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dimana:

$$\text{Total breakdown time} = 275$$

$$\text{Loading time} = 9360$$

$$\text{EFL} = \frac{275}{9360} \times 100\%$$

$$\text{EFL} = 0,03\%$$

b. Set up and adjustment losses (SAL)

$$\text{SAL} = \frac{\text{Set up and adjustment losses}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dimana:

$$\text{Total set up and adjustment losses} = 724$$

$$\text{Loading Time} = 9360$$

$$\text{SAL} = \frac{724}{9360} \times 100\%$$

$$\text{SAL} = 0,07\%$$

2. Speed losses (Penurunan Kecepatan)

a. Idle and Minor Stoppage (IMS)

$$\text{IMS} = \frac{(\text{target production} - \text{total production}) \times \text{ideal cycle time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dimana:

$$\text{Target production} = 349440$$

$$\text{Total production} = 286320$$

$$\text{Ideal cycle time} = 0,015$$

$$\text{Loading time} = 9360$$

$$\text{IMS} = \frac{(349440 - 286320) \times 0,015}{9360} \times 100\%$$

$$\text{IMS} = 0,10\%$$

b. Reduced speed losses (RSL)

$$RSL = \frac{\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal cycle time} \times \text{total produk}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dimana:

Actual cycle time = 0,018

Ideal cycle time = 0,015

Total production = 286320

Loading time = 9360

$$RSL = \frac{(0,018 - 0,015) \times 286320}{9360} \times 100\%$$

RSL = 0,09%

3. Quality losses (penurunan kualitas)

a. Defect losses

$$\text{Defect Losses} = \frac{(\text{total defect} \times \text{Ideal cycle time})}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dimana:

Total defect = 7721

Ideal cycle time = 0,015

Loading time = 9360

$$\text{Defect Losses} = \frac{(7721 \times 0,015)}{9360} \times 100\%$$

Defect Losses = 0,01%

b. Reduced yield

$$RY = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{total reduced yield}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dimana:

Ideal cycle time = 0,015

Total reduced yield = 0

Loading time = 9360

$$RY = \frac{0,015 \times 0}{9360} \times 100\%$$

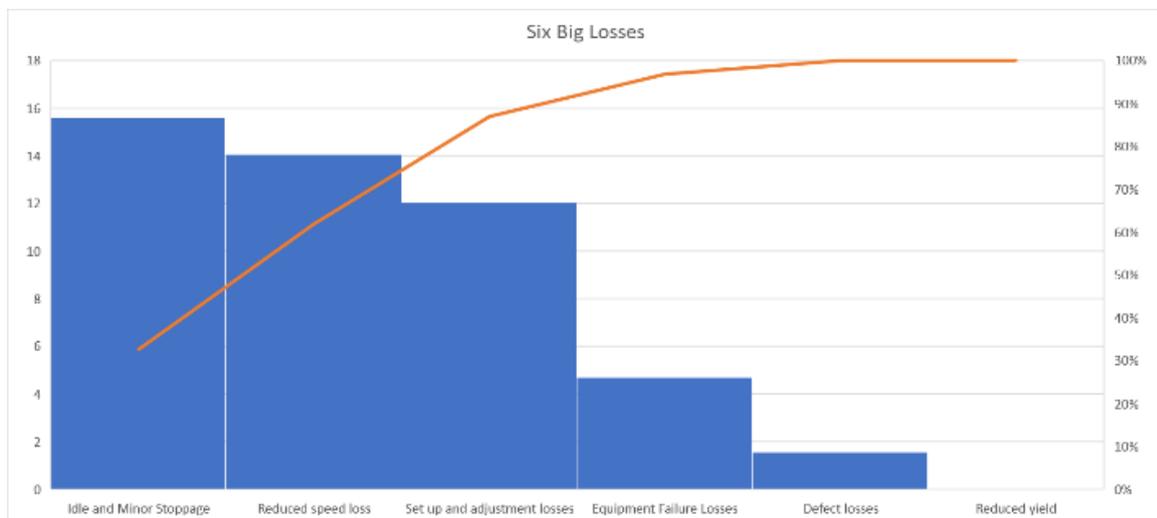
RY = 0

Analisis Data

Tabel 2. Persentase Six Big Lossess Pada Bulan Januari 2022

No	Six big losses	Total losses (hours)	Persentase terhadap loading time (%)	Persentase terhadap total losses (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Idle and Minor Stoppage	15,6	0,10	32,57	32,57
2	Reduced speed loss	14,04	0,09	29,31	61,88
3	Set up and adjustment losses	12,01	0,07	25,07	86,95
4	Equipment Failure Losses	4,68	0,03	9,8	96,75
5	Defect Losses	1,56	0,01	3,25	100
6	Reduced yield	0	0	0	100
Total		47,89	0,39	100	100

(Sumber : Pengolahan Data Microsoft Excel 2013)



Gambar 5. Diagram Pareto Six Big Lossess

(Sumber : Pengolahan Data Microsoft Excel 2013)

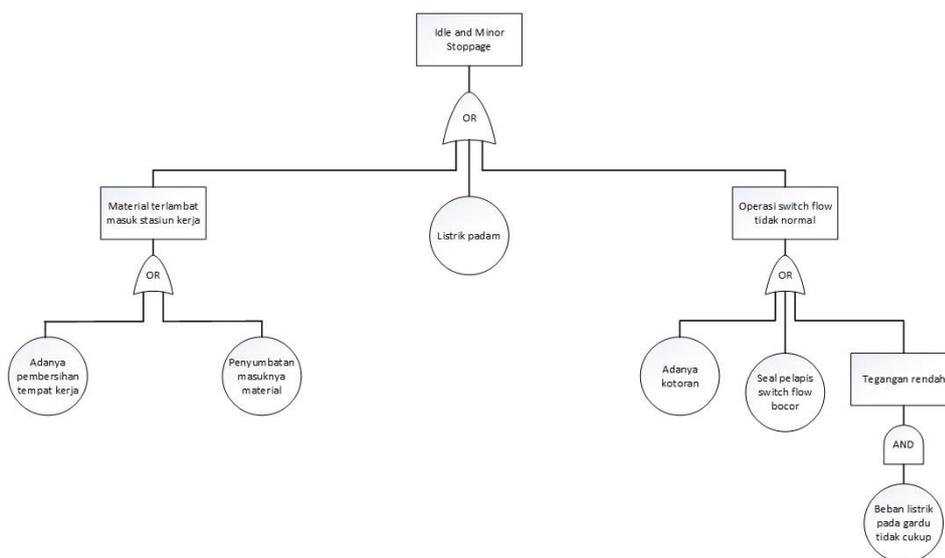
Berdasarkan hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* mesin *filling* bulan Januari 2022 pada PT. MJ selanjutnya dilakukan perhitungan lebih lanjut untuk mengetahui faktor penyebab rendahnya nilai yang didapatkan. Terdapat enam faktor penyebab rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin. Keenam faktor tersebut masing – masing memberi dampak terhadap kinerja mesin selama proses produksi, yang paling berpengaruh adalah faktor *Idle and Minor Storage* dalam kategori penurunan kecepatan dengan nilai sebesar 32,57%.

Fault Tree Analysis (FTA)

Untuk mengetahui faktor penyebab masalah yang mengakibatkan besarnya nilai *six big losses* maka dilakukan Analisa menggunakan *fault tree analysis*. Setelah diketahui faktor penyebab kemudian dilakukan pemberian usulan untuk meningkatkan efektivitas mesin *filling* pada PT. MJ.

1. *Idle and Minor Stoppage*

Idle and Minor Stoppage adalah kerugian yang diakibatkan karena mesin berhenti sesaat. Terdapat beberapa faktor penyebab kerugian yang dapat dilihat pada gambar 6



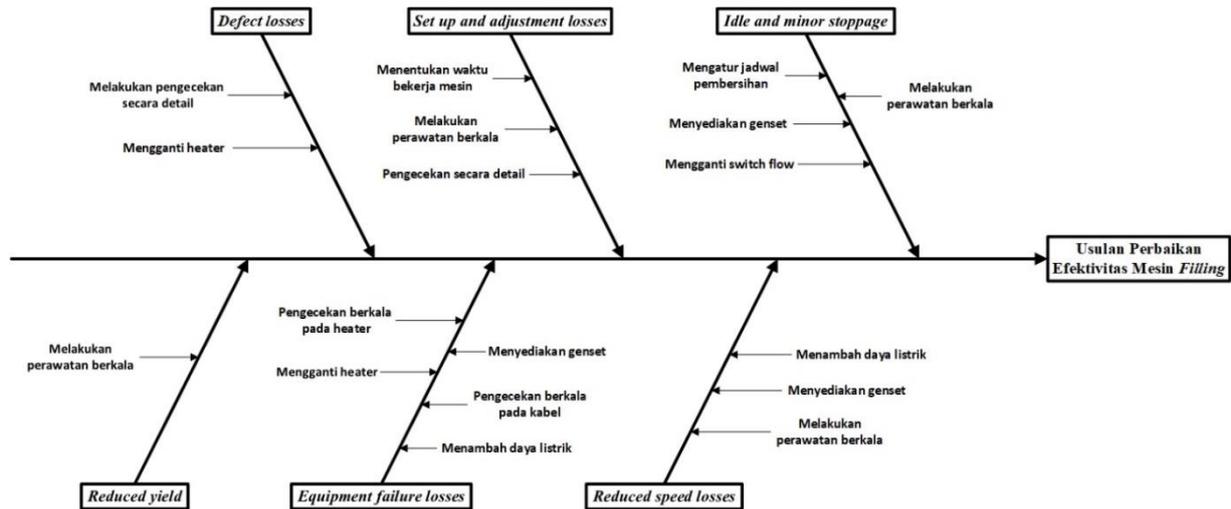
Gambar 6. *Idle and Minor Stoppage* Mesin *Filling*
 (Sumber: Pengolahan Data Microsoft Visio 2013)

Idle and minor stoppage losses adalah kerugian yang diakibatkan karena mesin berhenti sesaat. Ada 3 jenis bentuk kerugian yang diakibatkan *idle and minor stoppage losses*. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari operator mesin *filling* yaitu material terlambat masuk ke stasiun kerja, hal ini disebabkan oleh adanya pembersihan tempat kerja dan penyumbatan masuknya material. Kemudian adanya listrik padam dan operasi *switch flow* tidak normal. Penyebab operasi *switch flow* dikarenakan adanya kotoran, *seal*

pelapis *switch flow* bocor dan tegangan rendah. Untuk tegangan rendah itu sendiri disebabkan oleh beban listrik pada gardu tidak cukup.

Usulan Perbaikan

Setelah mengetahui faktor penyebab masalah yang mengakibatkan besarnya nilai *six big losses* maka dilakukan analisa menggunakan *fault tree analysis*. Selanjutnya dilakukan pemberian rekomendasi usulan perbaikan guna menangani kegagalan pada mesin *filling*.



Gambar 7. Diagram *Fishbone* Usulan Perbaikan Efektivitas Mesin *Filling*
 Sumber: Pengolahan Data *Microsoft Visio* 2013

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut

1. Hasil perhitungan untuk mesin *filling* pada bulan Januari 2022 menunjukkan nilai rata – rata *availability* sebesar 89,32%, rata – rata *Performance Rate* sebesar 51,58% dan rata-rata *Quality Rate* sebesar 97,17%. Sedangkan untuk nilai rata – rata *Overall Equipment Effectiveness* sebesar 44,64%. Nilai tersebut masih di bawah nilai standar dunia yakni sebesar 85%.
2. Perhitungan nilai *Six Big Losses* menunjukkan faktor *Idle and Minor Stoppage* dalam kategori penurunan kecepatan yang paling berpengaruh dalam faktor penyebab rendahnya nilai OEE dengan nilai sebesar 32,57%.
3. Usulan perbaikan terkait dengan masalah yang telah dianalisis:

Idle and Minor Stoppage

- Mengatur kembali jadwal pembersihan mesin agar tidak terjadi pembersihan ditengah proses produksi
- Perusahaan dapat menyediakan genset
- Perusahaan dapat melakukan perawatan berkala pada mesin dan mengganti *switch flow* jika sudah tidak layak.

Saran

1. Untuk PT. MJ
 - a. Perusahaan dapat melakukan evaluasi pada mesin *filling* dengan memperhatikan keadaan mesin dengan

menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* untuk mengetahui nilai efektivitas mesin *filling*.

- b. Perusahaan dapat melakukan penjadwalan yang terstruktur untuk perawatan mesin agar dapat mendeteksi permasalahan lebih awal dengan tujuan meminimalisir kegagalan mesin.

2. Untuk penelitian selanjutnya

Dapat melakukan penelitian yang dapat menguji usulan perbaikan yang diberikan pada PT. MJ untuk meningkatkan nilai efektivitas mesin *filling*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adham, K., Restyoko, Budi, S., Arif dan Gunawan, Wawan. (2018). Analisa Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dalam Mengurangi Six Big Losses Pada Cooling Pumpblower Plant PT. Pabrik Baja Terpadu. *Jurnal Intent*, 1(1).
- Arif, A., Fiqry, T., Ahmad, K., Fadly, Irwan, Ade. (2021). Analisis Penerapan Perawatan Pada Mesin Digester Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) PT. XYZ. *Jitekh*, 9(2), 82-90.
- Dinda, Kadek, O. V., Hutabarat, J., L.A., Salmia. (2022). Analisis Overall Equipment Effectiveness Untuk Meningkatkan Produktifitas Cup Filling Machine Melalui Pendekatan Six Big Losses (Studi Kasus: PT. TMJ). *Jurnal*

- Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*, 5(1).
- Eko, S., Agustinus. (2017). Analisis Overall Equipment Effectiveness (Oee) Untuk Menentukan Efektifitas Mesin Sonna Web. *Jurnal Science Tech*, 3(2).
- Gorapetha, W., Hutabarat, J., L. A., Salmia. (2020). Analisis Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness Untuk Meminimumkan Nilai Six Big Losses Di Mesin Produksi Dan Usulan Perbaikan Dengan Metode Kaizen 5s Di CV. Widikauza. *Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*, 3(2).
- Hartono, Lukman Hadi. (2022). Peningkatan Produktivitas Mesin Adroit S-90 Dengan Pendekatan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Produksi Tissue (Studi Kasus Di PT. Etica Sari Pratama Tangerang). *Journal Industrial Manufacturing*, 7(1), 21-34.
- Hasanudin, Muhamad. (2020). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance Menggunakan Overall Equipment Effectiveness Dan Fuzzy Fmea Pada Mesin Extruder Di PT Xyz Bogor. *Scientifict Journal of Industrial Engineering*, 1(2).
- Kemenprin. (2016). *Peran Penting Industri Manufaktur*. Kementerian Perindustrian, Jakarta.
- Suhardi, W., Bambang, Chriswahyudi, & Restianingsih. (2019). Analisa Perbaikan Produktivitas Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Pada Mesin Filling Dengan Pendekatan Six Big Losses Untuk Mencari Penyebab Losses Tertinggi Pada Produksi Skincare Studi Kasus PT XYZ. *Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 8(1), 90-99.
- Suliantoro, H., Susanto, N., Prastawa, H., Sihombing, I., Anita, M. (2017). Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng. *J@Ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(2).
- Suwardiyanto, Purwahyudi, Siregar, Denny, Umar, Darmono. (2020). Analisis Perhitungan OEE dan Menentukan Six Big Losses Pada Mesin Spot Welding tipe X. *Journal Of Industrial And Engineering Sistem (JIES)*, 1(1), 11-20.
- Syahza, Almasdi. (2021). *Metodologi Penelitian*. Edisi Revisi. Unri Press, Pekanbaru.
- Umar, N., Faisal, Jinan, Riyadil dan Hardi, P., Humiras. (2018). Measurement Overall Equipment Effectiveness on Injection Moulding Machine: A Case Study In Injection Moulding Manufacturing Industry. *International Journal Of Engineering Research And Advanced Technology*, 4(8).