

PENERAPAN METODE OEE DAN FMEA UNTUK PEMELIHARAAN MESIN CUP SEALER OTOMATIS PADA UMKM SARI APEL BROSEM

Rendy Mochammad Rizky Harianto¹⁾, Ellysa Nursanti²⁾, Heksa Galuh³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Email : rendymr1@gmail.com

Abstrak, Suatu perusahaan perlu memperhatikan kinerja mesin dan fasilitas produksinya agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan baik. Apabila mesin mengalami kerusakan, produktivitas dari perusahaan akan terganggu karena *downtime* memberikan pengaruh pada turunya jumlah *output*. UMKM Sari Apel Brosem merupakan *home industry* yang memproduksi minuman kemasan sari apel yang berlokasi di Kecamatan Batu, Kota Batu, Jawa Timur. Permasalahan yang timbul di UMKM Sari Apel Brosem adalah kapasitas produksi aktual tidak bisa maksimal seperti yang ditargetkan. Setelah diteliti terjadi frekuensi kerusakan mesin *cup sealer* yang sering dan lama, sehingga menyebabkan *downtime* dan mengganggu kinerja keseluruhan proses produksi. Data *downtime* sistem produksi yang diakibatkan oleh kerusakan mesin *cup sealer* mengakibatkan kinerja keseluruhan sistem (OEE) menjadi rendah. OEE yang dimaksud disini adalah metode yang digunakan sebagai alat untuk mengukur kinerja dari sistem produksi dan untuk memberikan masukan terhadap permasalahan yang dihadapi melalui analisa perhitungan *six big losses*. Padahal setiap *breakdown* dari mesin *cup sealer* ataupun sistem produksi mengalami banyak risiko baik kerugian material maupun non material. Untuk itu maka dalam penelitian ini dipertimbangkan pula manajemen risiko menggunakan pendekatan FMEA. Tujuan penelitian mendapatkan nilai efektivitas mesin berdasarkan pengukuran nilai OEE, *six big losses* dan FMEA serta mendapatkan rekomendasi pemeliharaan mesin *cup sealer* yang dapat meningkatkan nilai OEE. Untuk meningkatkan OEE tahap-tahap yang dilakukan yaitu melakukan pengukuran nilai OEE, *six big losses*, RPN melalui FMEA sebelum perbaikan, selanjutnya pengukuran nilai ekspektasi sesudah perbaikan. Melakukan perbandingan nilai OEE sebelum dan sesudah perbaikan, perbandingan nilai RPN sebelum dan sesudah perbaikan. Hasil nilai rata-rata OEE yang diperoleh sebelum perbaikan sebesar 73,00% dan setelah perbaikan menjadi 76,92% atau mengalami peningkatan rata-rata nilai OEE sebesar 3,92%. Hasil nilai RPN atau *ranking* resiko sebelum perbaikan sebesar 653 dan setelah perbaikan *ranking* resiko menurun menjadi 329.

Kata kunci : *Downtime*, OEE, FMEA, Pemeliharaan

PENDAHULUAN

Suatu perusahaan perlu memperhatikan kinerja mesin dan fasilitas produksinya agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan baik. Mesin memerlukan tindakan pemeliharaan (*maintenance*) karena mesin merupakan aspek penting dalam proses produksi (Nursanti, Avief, & Kertaningtyas, 2019), (Nursanti, Avief, Sibut, dkk., 2019), (Nursanti & Priyasmanu, 2022). Apabila mesin mengalami kerusakan, produktivitas dari perusahaan akan terganggu karena *downtime* memberikan pengaruh pada turunya jumlah *output* (Nursanti, 2014), (Nursanti, dkk., 2012), (Ria, dkk., 2021).

UMKM Sari Apel Brosem merupakan *home industry* yang memproduksi minuman kemasan sari apel yang berlokasi di Kecamatan Batu, Kota Batu, Jawa Timur. Permasalahan yang timbul di UMKM Sari Apel Brosem adalah kapasitas produksi aktual tidak bisa maksimal seperti yang ditargetkan. Setelah

diteliti terjadi frekuensi kerusakan mesin *cup sealer* yang sering dan lama, sehingga menyebabkan *downtime* yang cukup lama dan mengganggu kinerja keseluruhan proses produksi. Berikut adalah data produksi dan data kerusakan mesin *cup sealer* dari UMKM Sari Apel Brosem pada periode Februari 2022 dapat dilihat pada tabel 1 data produksi, tabel 2 data *downtime* mesin *cup sealer*.

Tabel 1. Data Produksi

Tanggal	Produksi Aktual (pcs)	Target Produksi (pcs)	Persen (%)
02/02/2022	5460	6000	91%
03/02/2022	5734	6000	96%
04/02/2022	5520	6000	92%
07/02/2022	5600	6000	93%
08/02/2022	5550	6000	93%
09/02/2022	5621	6000	94%
10/02/2022	5863	6000	98%

11/02/2022	5600	6000	93%
14/02/2022	3400	6000	57%
15/02/2022	5010	6000	84%
16/02/2022	5512	6000	92%
17/02/2022	5650	6000	94%
18/02/2022	5632	6000	94%
21/02/2022	5043	6000	84%
22/02/2022	5622	6000	94%
23/02/2022	5600	6000	93%
24/02/2022	4230	6000	71%
25/02/2022	4904	6000	82%
Rata-rata			88%

(Sumber : UMKM Sari Apel Brosem)

Tabel 2. Data *Downtime* Mesin *Cup Sealer*

Tanggal	<i>Downtime</i> (menit)
02/02/2022	16
03/02/2022	8
04/02/2022	14
07/02/2022	12
08/02/2022	14
09/02/2022	13
10/02/2022	4
11/02/2022	12
14/02/2022	78
15/02/2022	30
16/02/2022	15
17/02/2022	10
18/02/2022	11
21/02/2022	29
22/02/2022	12
23/02/2022	12
24/02/2022	53
25/02/2022	33

(Sumber : UMKM Sari Apel Brosem)

Data *downtime* sistem produksi yang diakibatkan oleh kerusakan mesin *cup sealer* mengakibatkan kinerja keseluruhan sistem (OEE) menjadi rendah. OEE yang dimaksud disini adalah metode yang digunakan sebagai alat untuk mengukur kinerja dari sistem produksi adapun untuk memberikan masukan terhadap permasalahan yang dihadapi melalui analisa perhitungan *Six Big Losses* (Ansori, 2013, dalam Sahril, 2019). Untuk itu perlu diusulkan penelitian yang dapat meningkatkan OEE. Penelitian ini bertujuan mendapatkan nilai efektivitas mesin berdasarkan pengukuran nilai OEE, *six big losses* dan FMEA serta mendapatkan rekomendasi pemeliharaan mesin *cup sealer* yang dapat meningkatkan nilai OEE.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *problem solving* yakni bertujuan untuk dapat memberikan perbaikan terkait permasalahan yang ada pada UMKM Sari Apel Brosem, dengan memberikan rekomendasi usulan perbaikan. Dimana hasil penelitian dapat dijadikan sebagai alternatif tindakan pemeliharaan sehingga dapat meningkatkan nilai efektivitas mesin *cup sealer* berdasarkan metode OEE dan FMEA. Faktor yang mempengaruhi OEE antara lain *availability*, *performance rate*, *quality rate* (Munandar, 2020), (Septiani, dkk., 2020). Penggunaan FMEA untuk mendapatkan *ranking* risiko (Fatoni, dkk., 2020), (Nursanti, dkk., 2018).

Pengumpulan Data

Pada tahap ini peneliti menggunakan jenis data yaitu data sekunder. Metode yang digunakan dalam memperoleh data sekunder adalah dengan melakukan pencatatan dokumen yang telah disediakan oleh perusahaan. Berikut adalah data yang termasuk dalam data sekunder penelitian ini yaitu *unplanned downtime* atau *breakdown time*, *setup and adjustment time*, *planned downtime*, data waktu produksi, data jumlah produksi, jumlah produk cacat.

Pengolahan Data

Tahapan yang dilakukan dalam melakukan pengolahan data pada penelitian ini meliputi mengukur nilai OEE, mengukur nilai *six big losses*, mengukur RPN melalui FMEA, memberi usulan perbaikan melalui *cause and effect* diagram, mengukur ekspektasi peningkatan nilai OEE setelah perbaikan, dan mengukur ekspektasi penurunan nilai RPN setelah perbaikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal adalah mengukur OEE dengan melakukan perhitungan *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate* kemudian disusul dengan mengukur *six big losses*.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE adalah metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas mesin yang berdasarkan pengukuran tiga rasio utama yaitu *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality* (Nurhayati, dkk., 2021). Nilai ideal atau standar OEE adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai ideal atau standar OEE

Faktor OEE	Nilai
Availability	90%
Performance	95%
Quality	99%
Overall Equipment Effectiveness	85%

(Sumber: Rabiatussyifa, dkk., 2022)

Availability Rate

Untuk menghitung *availability* dilakukan menggunakan persamaan (1) (Gunadi, dkk., 2021):

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

Contoh perhitungan nilai *availability* pada data di tanggal 2 Februari sebagai berikut:

$$Operating\ time = Loading\ time - downtime$$

$$Operating\ time = 180 - 16 = 164\ menit$$

$$Loading\ time = Total\ available\ time - downtime\ terencana$$

$$Loading\ time = 180 - 0 = 180\ menit$$

$$Availability\ rate = \frac{164}{180} \times 100\% = 91,11\%$$

Berikut dapat dilihat pada tabel 4 *availability rate*:

Tabel 4. Availability Rate

No	Tanggal	Total Available Time (menit)	Planned Downtime (menit)	Loading Time (menit)	Set up and Adjustment (menit)	Breakdown Time (menit)	Unplanned Downtime (menit)	Downtime (menit)	Operating Time (menit)	Availability (%)
1	02/02/22	180	0	180	13	0	3	16	164	91,11%
2	03/02/22	180	0	180	5	0	3	8	172	95,56%
3	04/02/22	180	0	180	9	0	5	14	166	92,22%
4	07/02/22	180	0	180	10	0	2	12	168	93,33%
5	08/02/22	180	0	180	10	0	4	14	166	92,22%
6	09/02/22	180	0	180	11	0	2	13	167	92,78%
7	10/02/22	180	0	180	4	0	0	4	176	97,78%
8	11/02/22	180	0	180	8	0	4	12	168	93,33%
9	14/02/22	180	0	180	20	58	0	78	102	56,67%
10	15/02/22	180	0	180	13	0	17	30	150	83,33%
11	16/02/22	180	0	180	13	0	2	15	165	91,67%
12	17/02/22	180	0	180	5	0	5	10	170	94,44%
13	18/02/22	180	0	180	7	0	4	11	169	93,89%
14	21/02/22	180	0	180	13	0	16	29	151	83,89%
15	22/02/22	180	0	180	8	0	4	12	168	93,33%
16	23/02/22	180	0	180	8	0	4	12	168	93,33%
17	24/02/22	180	0	180	22	31	0	53	127	70,56%
18	25/02/22	180	0	180	20	13	0	33	147	81,67%
Average										88,40%

(Sumber : Pengolahan Data Microsoft Excel 2016)

Performance Rate

Untuk menghitung *performance rate* waktu siklus ideal yang dibutuhkan mesin untuk memproduksi 1 *cup* minuman kemasan sari apel adalah 0,025 menit / pcs. Perhitungan *performance rate* menggunakan persamaan (2) (Gunadi, dkk., 2021):

$$Performance\ rate = \frac{Total\ part\ run \times ideal\ cycle\ time}{Operating\ time} \times 100\% \quad (2)$$

Contoh perhitungan nilai *performance rate* pada data di tanggal 2 Februari sebagai berikut:

$$Performance\ rate = \frac{5460}{164} \times 100\% = 83,23\%$$

Berikut dapat dilihat tabel 5 *performance rate*:

Tabel 5. *Performance Rate*

No	Tanggal	Total part run (pcs)	Ideal Cycle Time (menit / pcs)	Operating Time (menit)	Performance Rate (%)
1	02/02/22	5460	0,025	164	83,23%
2	03/02/22	5734	0,025	172	83,34%
3	04/02/22	5520	0,025	166	83,13%
4	07/02/22	5600	0,025	168	83,33%
5	08/02/22	5550	0,025	166	83,58%
6	09/02/22	5621	0,025	167	84,15%
7	10/02/22	5863	0,025	176	83,28%
8	11/02/22	5600	0,025	168	83,33%
9	14/02/22	3400	0,025	102	83,33%
10	15/02/22	5010	0,025	150	83,50%
11	16/02/22	5512	0,025	165	83,52%
12	17/02/22	5650	0,025	170	83,09%
13	18/02/22	5632	0,025	169	83,31%
14	21/02/22	5043	0,025	151	83,49%
15	22/02/22	5622	0,025	168	83,66%
16	23/02/22	5600	0,025	168	83,33%
17	24/02/22	4230	0,025	127	83,27%
18	25/02/22	4904	0,025	147	83,40%
Average					83,41%

(Sumber: Pengolahan Data Microsoft Excel 2016)

Quality Rate

Untuk mengukur *quality rate* diperlukan data jumlah produksi dan data produk *reject*. Perhitungan *quality rate* menggunakan persamaan (3) (Gunadi, dkk., 2021):

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{Total part run} - \text{defect amount}}{\text{Total part run}} \times 100\% \quad (3)$$

Contoh perhitungan nilai *quality rate* pada data di tanggal 2 Februari sebagai berikut:

$$\text{Quality rate} = \frac{5460 - 40}{5460} \times 100\%$$

$$\text{Quality rate} = \frac{5420}{5460} \times 100\% = 99,27\%$$

Berikut dapat dilihat tabel 6 *quality rate*:

Tabel 6. *Quality Rate*

No	Tanggal	Total Part Run (pcs)	Defect Amount (pcs)	Quality Rate (%)
1	02/02/22	5460	40	99,27%
2	03/02/22	5734	35	99,39%
3	04/02/22	5520	61	98,89%

4	07/02/22	5600	27	99,52%
5	08/02/22	5550	33	99,41%
6	09/02/22	5621	29	99,48%
7	10/02/22	5863	43	99,27%
8	11/02/22	5600	58	98,96%
9	14/02/22	3400	60	98,24%
10	15/02/22	5010	118	97,64%
11	16/02/22	5512	63	98,86%
12	17/02/22	5650	27	99,52%
13	18/02/22	5632	40	99,29%
14	21/02/22	5043	134	97,34%
15	22/02/22	5622	41	99,27%
16	23/02/22	5600	30	99,46%
17	24/02/22	4230	47	98,89%
18	25/02/22	4904	54	98,90%
Average				98,98%

(Sumber: Pengolahan Data Microsoft Excel 2016)

OEE

Nilai OEE didapat dengan mengalikan ketiga hasil perhitungan sebelumnya dengan persamaan berikut (4) (Gunadi, dkk., 2021):

$$OEE = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \quad (4)$$

Contoh perhitungan nilai OEE pada data di tanggal 2 Februari sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

$$OEE = 91,11 \times 83,23 \times 99,27 = 75,28\%$$

Berikut dapat dilihat tabel 7 nilai OEE:

Tabel 7. Nilai OEE

No	Tanggal	Availability Rate	Performance Rate	Quality Rate	OEE
1	02/02/22	91,11%	83,23%	99,27%	75,28%
2	03/02/22	95,56%	83,34%	99,39%	79,15%
3	04/02/22	92,22%	83,13%	98,89%	75,82%
4	07/02/22	93,33%	83,33%	99,52%	77,40%
5	08/02/22	92,22%	83,58%	99,41%	76,63%
6	09/02/22	92,78%	84,15%	99,48%	77,67%
7	10/02/22	97,78%	83,28%	99,27%	80,83%
8	11/02/22	93,33%	83,33%	98,96%	76,97%
9	14/02/22	56,67%	83,33%	98,24%	46,39%
10	15/02/22	83,33%	83,50%	97,64%	67,94%
11	16/02/22	91,67%	83,52%	98,86%	75,68%
12	17/02/22	94,44%	83,09%	99,52%	78,10%
13	18/02/22	93,89%	83,31%	99,29%	77,67%
14	21/02/22	83,89%	83,49%	97,34%	68,18%
15	22/02/22	93,33%	83,66%	99,27%	77,51%
16	23/02/22	93,33%	83,33%	99,46%	77,36%
17	24/02/22	70,56%	83,27%	98,89%	58,10%
18	25/02/22	81,67%	83,40%	98,90%	67,36%
Average					73,00%

(Sumber: Pengolahan Data Microsoft Excel 2016)

Tabel 7 menunjukkan nilai rata-rata OEE pada bulan Februari sebesar 73,00% dengan nilai OEE paling tinggi yaitu 80,83% sedangkan untuk nilai OEE paling rendah yaitu pada tanggal 14 yaitu 46,39% dan tanggal 24 yaitu 58,10%. Rendahnya nilai OEE disebabkan karena *downtime* tinggi. Berdasarkan *benchmark* yang ditetapkan oleh JIPM, jika OEE belum memenuhi standar 60% nilai produksi dianggap rendah sehingga perlu ada *improvement* untuk meningkatkan OEE.

Six Big Losses

Six Big Losses merupakan 6 kelompok besar kerugian yang menyebabkan target produksi tidak tercapai dikarenakan tidak menghasilkan *output* yang sesuai (Damos, 2018).

1. *Equipment Failure Losses* (EFL) persamaan (5) (Nurhayati dkk., 2021):

$$EFL = \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (5)$$

$$EFL = \frac{177}{3240} \times 100\% = 5,46\%$$

2. *Set up Adjustment Losses* (SAL) persamaan (6) (Nurhayati dkk., 2021):

$$SAL = \frac{\text{Total setup and adjustment time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (6)$$

$$SAL = \frac{199}{3240} \times 100\% = 6,14\%$$

3. *Idle and Minor Stoppages Losses* (IMSL) persamaan (7) (Nurhayati, dkk., 2021):

$$IMSL = \frac{(\text{Target production} - \text{Total part run}) \times \text{Ideal cycle time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (7)$$

$$IMSL = \frac{(108000 - 95551) \times 0,025}{3240} \times 100\%$$

$$IMSL = \frac{311,225}{3240} \times 100\% = 9,61\%$$

4. *Reduced Speed Losses* (RSL) persamaan (8) (Nurhayati, dkk., 2021):

$$RSL = \frac{(\text{Actual cycle time} - \text{Ideal cycle time}) \times \text{Total part run}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (8)$$

$$RSL = \frac{(0,034 - 0,025) \times 95551}{3240} \times 100\%$$

$$RSL = \frac{859,959}{3240} \times 100\% = 26,54\%$$

$$RYL = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Total reduced yield}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$RYL = \frac{0,025 \times 0}{3240} \times 100\% = 0\% \quad (10)$$

5. *Process Defect Losses* (PDL) persamaan (9) (Nurhayati, dkk., 2021):

$$PDL = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Total process defect}}{\text{Loading time}} \times 100\% \quad (9)$$

$$PDL = \frac{0,025 \times 940}{3240} \times 100\%$$

$$PDL = \frac{23,5}{3240} \times 100\% = 0,73\%$$

Nilai *losses* tertinggi yakni pada *reduced speed losses* dengan persentase sebesar 26,54% atau total hilang waktu selama 860 menit kemudian disusul faktor lainnya yakni *idle and minor stoppages losses* dengan persentase 9,61%, disusul dengan *set up and adjustment losses* sebesar 6,14%, *equipment failure losses* dengan persentase 5,56%, dan *defect losses* dengan persentase 0,73%. Berikut dapat dilihat tabel 8 akumulasi *six big losses*:

6. *Reduced Yield Loss / scrap losses* (RYL) persamaan (10) (Nurhayati, dkk., 2021):

Tabel 8. Akumulasi *Six Big Losses*

<i>Losses</i>	Menit	Persentase (%)	Persentase <i>Losses</i> (%)	Kumulatif (%)
<i>Reduced Speed Losses</i>	860	26,54	52,52	54,74
<i>Idle and Minor Stoppages Losses</i>	311	9,61	20,55	74,54
<i>Set up Adjustment Losses</i>	199	6,14	20,86	87,21
<i>Equipment Failure Losses</i>	177	5,56	4,82	98,47
<i>Process Defect Losses</i>	24	0,73	1,26	100
<i>Reduced Yield Loss / scrap losses</i>	0	0	0	100
Total	1571	48,48	100	100

(Sumber: Pengolahan Data *Microsoft Excel* 2016)

Tabel 9. *Failure Mode And Failure Effect Cup Sealer Machine*

No	Jenis Kerugian	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek Kegagalan	S	O	D	Risk
1	<i>Reduced Speed Losses</i>	Mesin tidak dapat bekerja optimal dengan <i>speed</i> ideal	Tidak dilakukan pengecekan secara mendalam	Sistem pneumatik yang tidak bekerja optimal	4	9	3	108
		Program <i>control</i> tidak sesuai	Settingan operator mesin yang tidak tepat	Kecepatan produksi mesin menurun	3	9	7	189
2	<i>Idle and Minor Stoppages Losses</i>	Posisi label / <i>lid</i> yang miring	Tidak dilakukan <i>checking</i> dan <i>cleaning</i>	Sistem terhenti sesaat	3	7	2	42
		<i>Power supply</i> listrik mesin terganggu	Pemadaman listrik	Mesin berhenti mendadak	3	6	1	18
		Setting suhu yang salah	Tidak dilakukan <i>checking cartridge heater</i>	Mesin berhenti sesaat	2	7	1	14

3	<i>Set up Adjustment Losses</i>	Penyetelan ulang <i>part setting</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	Terdapat <i>error</i>	3	7	5	105
		Penyetelan <i>setting</i> sebelum produksi	Setelan yang berubah	Terdapat ketidaksesuaian	3	9	2	54
4	<i>Equipment Failure Loss</i>	Penggantian <i>part pressure valve</i>	<i>Part</i> bermasalah	<i>Pressure valve</i> mati	5	3	3	45
		Penggantian <i>part roll switch</i>	<i>Part</i> tidak berfungsi baik	<i>Roll switch</i> mengalami <i>error</i>	4	2	3	24
		Penggantian <i>part cartridge heater</i>	<i>Part cartridge heater</i> hang	<i>Cartridge heater</i> tidak mampu memanaskan dengan optimal	4	2	3	24
5	<i>Process Defect Losses</i>	Sensor salah membaca posisi <i>lid</i>	Sambungan pada <i>roll lid</i> yang tidak sesuai	<i>Label / Lid</i> miring	2	6	1	12
		Kebocoran berukuran kecil	Suhu pada proses <i>sealing</i> terlalu rendah	Proses perekatan <i>lid / label</i> dengan cup tidak sempurna	3	6	1	18
6	<i>Reduced Yield Losses / scrap losses</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

(Sumber: Pengolahan Data)

Pengukuran RPN Melalui FMEA

FMEA merupakan salah satu bentuk analisis risiko dan secara umum tujuan penyusunan FMEA adalah untuk mengetahui prioritas dari risiko untuk mengetahui tindakan rekomendasi yang perlu dilakukan (Priambodo, dkk., 2021).

RPN digunakan oleh banyak prosedur FMEA untuk menaksir risiko menggunakan tiga kriteria yaitu Keparahan efek (*Severity*), Kejadian penyebab (*Occurrence*), Deteksi penyebab (*Detection*). Total RPN dapat dilihat pada tabel 9 adalah sebesar 653. Berikut untuk mengukur RPN menggunakan persamaan (11):

$$RPN = S \times O \times D \quad (11)$$

Dimana:

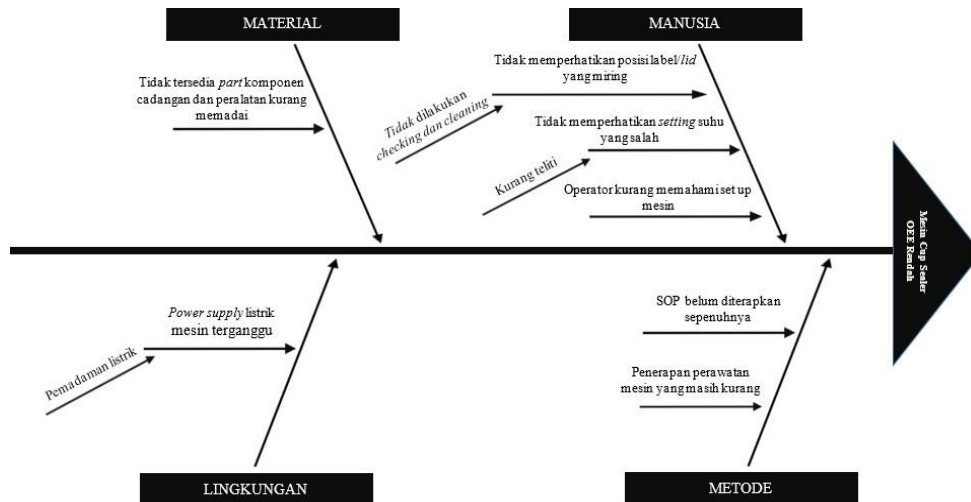
$S = Severity$

$O = Occurrence$

$D = Detection$

Diagram Sebab Akibat (*Cause and Effects Diagram*)

Melakukan penyusunan rekomendasi perbaikan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi dengan diagram sebab akibat (Nuri, 2016). Pada rancangan diagram ini disusun berdasarkan hasil wawancara dan diskusi dengan pihak terkait. Berikut dapat dilihat gambar 1 diagram sebab akibat dan tabel 10 rekomendasi perbaikan masing-masing *failure*.



Gambar 1. Diagram Sebab Akibat

Tabel 10. Rekomendasi Perbaikan Masing-masing *Failure*

No	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Risk	Rekomendasi Perbaikan
1	Mesin tidak dapat bekerja optimal dengan <i>speed</i> ideal	Tidak dilakukan pengecekan secara mendalam	108	Sebelum memulai produksi sebaiknya dilakukan pengecekan kondisi mesin secara menyeluruh juga penyetingan suhu mesin agar tetap stabil serta melakukan tinjauan untuk meningkatkan <i>speed</i> idealnya.
2	Sensor salah membaca posisi <i>lid</i>	Sambungan pada <i>roll lid</i> yang tidak sesuai	12	
3	Kebocoran berukuran kecil	Suhu pada proses <i>sealing</i> terlalu rendah	18	
4	Memperbaiki posisi label / <i>lid</i> yang miring	Tidak dilakukan <i>checking</i> dan <i>cleaning</i>	42	Menerapkan <i>check sheet</i> untuk pengecekan dan pembersihan mesin serta meningkatkan kepedulian operator
5	Memperbaiki <i>setting</i> suhu yang salah	Tidak dilakukan pembersihan <i>cartridge heater</i>	14	
6	Program <i>control</i> tidak sesuai	Setingan operator mesin yang tidak tepat	189	
7	Penyesuaian akibat perbaikan	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	105	Merencanakan penjadwalan <i>maintenance</i> dan melakukan pencatatan setingan mesin saat hendak digunakan agar tetap terkontrol
8	Penyesuaian <i>setting</i> sebelum produksi	Setelan yang berubah	54	
9	Penggantian <i>part pressure valve</i>	<i>Part</i> bermasalah	45	
10	Penggantian <i>part roll switch</i>	<i>Part</i> tidak berfungsi baik	24	Pengadaan <i>sparepart</i> setidaknya 1 cadangan masing-masing komponen agar tidak menunggu material pergantian <i>sparepart</i> serta pengadaan alat bantu perbaikan yang memadai sehingga waktu perbaikan tidak lama
11	Penggantian <i>part cartridge heater</i>	<i>Part cartridge heater</i> hang	24	
12	<i>Power supply</i> listrik mesin terganggu	Pemadaman listrik	18	Pengadaan genset sebagai upaya antisipasi pemadaman listrik mendadak

(Sumber: Pengolahan Data)

Pengukuran Nilai Ekspektasi Setelah Perbaikan

Pada tahap ini dilakukan pengukuran kembali dengan cara mengulang proses sebelumnya antara lain mengukur nilai OEE, mengukur nilai *six big losses* dan mengukur RPN melalui FMEA. Nilai ekspektasi atau nilai harapan didapat berdasarkan hasil wawancara dan diskusi dengan operator mesin *cup sealer* maka diperoleh nilai ekspektasi pengurangan

downtime mesin *cup sealer* sebagai berikut, yang dapat dilihat pada tabel 11 nilai ekspektasi *availability rate* setelah perbaikan, tabel 12 nilai ekspektasi *performance rate* setelah perbaikan, tabel 13 nilai ekspektasi *quality rate* setelah perbaikan, tabel 14 nilai ekspektasi OEE setelah perbaikan, tabel 15 akumulasi *six big losses* dan tabel 16 nilai ekspektasi RPN.

Nilai Ekspektasi *Availability Rate*

Tabel 11. Nilai Ekspektasi *Availability Rate* Setelah Perbaikan

No	Tanggal	Total Available Time (menit)	Planned Downtime (menit)	Loading Time (menit)	Set up and Adjustment (menit)	Breakdown Time (menit)	Unplanned Downtime (menit)	Downtime (menit)	Operating Time (menit)	Availability (%)
1	02/02/22	180	0	180	13	0	3	16	164	91,11%
2	03/02/22	180	0	180	5	0	3	8	172	95,56%
3	04/02/22	180	0	180	9	0	5	14	166	92,22%
4	07/02/22	180	0	180	10	0	2	12	168	93,33%
5	08/02/22	180	0	180	10	0	4	14	166	92,22%
6	09/02/22	180	0	180	11	0	2	13	167	92,78%
7	10/02/22	180	0	180	4	0	0	4	176	97,78%
8	11/02/22	180	0	180	8	0	4	12	168	93,33%
9	14/02/22	180	0	180	20	0	0	20	160	88,89%
10	15/02/22	180	0	180	13	0	2	15	165	91,67%
11	16/02/22	180	0	180	13	0	2	15	165	91,67%
12	17/02/22	180	0	180	5	0	5	10	170	94,44%
13	18/02/22	180	0	180	7	0	4	11	169	93,89%
14	21/02/22	180	0	180	13	0	2	15	165	91,67%
15	22/02/22	180	0	180	8	0	4	12	168	93,33%
16	23/02/22	180	0	180	8	0	4	12	168	93,33%
17	24/02/22	180	0	180	22	0	0	22	158	87,78%
18	25/02/22	180	0	180	20	0	0	20	160	88,89%
Average										92,44%

(Sumber: Pengolahan Data Microsoft Excel 2016)

Nilai Ekspektasi *Performance Rate*

Tabel 12. Nilai Ekspektasi *Performance Rate* Setelah Perbaikan

No	Tanggal	Total part run (pcs)	Ideal Cycle Time (menit / pcs)	Operating Time (menit)	Performance Rate (%)
1	02/02/22	5460	0,025	164	83,23%
2	03/02/22	5734	0,025	172	83,34%
3	04/02/22	5520	0,025	166	83,13%
4	07/02/22	5600	0,025	168	83,33%
5	08/02/22	5550	0,025	166	83,58%
6	09/02/22	5621	0,025	167	84,15%
7	10/02/22	5863	0,025	176	83,28%
8	11/02/22	5600	0,025	168	83,33%
9	14/02/22	5420	0,025	160	83,33%
10	15/02/22	5510	0,025	165	83,50%
11	16/02/22	5512	0,025	165	83,52%
12	17/02/22	5650	0,025	170	83,09%
13	18/02/22	5632	0,025	169	83,31%

14	21/02/22	5543	0,025	165	83,49%
15	22/02/22	5622	0,025	168	83,66%
16	23/02/22	5600	0,025	168	83,33%
17	24/02/22	5290	0,025	158	83,27%
18	25/02/22	5430	0,025	160	83,40%
Average					83,61%

(Sumber: Pengolahan Data *Microsoft Excel* 2016)

Nilai Ekspektasi *Quality Rate*

Tabel 13. Nilai Ekspektasi *Quality Rate* Setelah Perbaikan

No	Tanggal	Total Part Run (pcs)	Defect Amount (pcs)	Quality Rate (%)
1	02/02/22	5460	20	99,63%
2	03/02/22	5734	18	99,69%
3	04/02/22	5520	31	99,45%
4	07/02/22	5600	14	99,76%
5	08/02/22	5550	17	99,70%
6	09/02/22	5621	15	99,74%
7	10/02/22	5863	22	99,63%
8	11/02/22	5600	29	99,48%
9	14/02/22	5420	30	99,45%
10	15/02/22	5510	59	98,93%
11	16/02/22	5512	32	99,43%
12	17/02/22	5650	14	99,76%
13	18/02/22	5632	20	99,64%
14	21/02/22	5543	67	98,79%
15	22/02/22	5622	21	99,64%
16	23/02/22	5600	15	99,73%
17	24/02/22	5290	24	99,56%
18	25/02/22	5430	27	99,50%
Average				99,53%

(Sumber: Pengolahan Data *Microsoft Excel* 2016)

Nilai Ekspektasi OEE

Tabel 14. Nilai Ekspektasi OEE Setelah Perbaikan

No	Tanggal	Availability Rate (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	OEE
1	02/02/22	91,11%	83,23%	99,63%	75,56%
2	03/02/22	95,56%	83,34%	99,69%	79,40%
3	04/02/22	92,22%	83,13%	99,45%	76,24%
4	07/02/22	93,33%	83,33%	99,76%	77,59%
5	08/02/22	92,22%	83,58%	99,70%	76,85%
6	09/02/22	92,78%	84,15%	99,74%	77,87%
7	10/02/22	97,78%	83,28%	99,63%	81,13%
8	11/02/22	93,33%	83,33%	99,48%	77,38%
9	14/02/22	88,89%	84,69%	99,45%	74,86%
10	15/02/22	91,67%	83,48%	98,93%	75,71%
11	16/02/22	91,67%	83,52%	99,43%	76,12%
12	17/02/22	94,44%	83,09%	99,76%	78,28%
13	18/02/22	93,89%	83,31%	99,64%	77,94%
14	21/02/22	91,67%	83,98%	98,79%	76,06%

15	22/02/22	93,33%	83,66%	99,64%	77,80%
16	23/02/22	93,33%	83,33%	99,73%	77,57%
17	24/02/22	87,78%	83,70%	99,56%	73,15%
18	25/02/22	88,89%	84,84%	99,50%	75,04%
Average					76,92%

(Sumber: Pengolahan Data *Microsoft Excel* 2016)

Nilai Ekspektasi Six Big Losses

Tabel 15. Akumulasi Six Big Losses

Losses	Menit	Persentase %	Persentase Losses %	Kumulatif %
<i>Reduced Speed Losses</i>	501	15,46%	52,53%	52,53%
<i>Idle and Minor Stoppages Losses</i>	196	6,05%	20,56%	73,09%
<i>Set up Adjustment Losses</i>	199	6,14%	20,86%	93,95%
<i>Equipment Failure Losses</i>	46	1,42%	4,83%	98,78%
<i>Process Defect Losses</i>	12	0,36%	1,22%	100,00%
<i>Reduced Yield Loss / scrap losses</i>	0	0%	0,00%	100,00%
Total	954	29,43%	100,00%	100%

(Sumber: Pengolahan Data *Microsoft Excel* 2016)

Nilai Ekspektasi RPN

Tabel 16. Nilai Ekspektasi RPN

RPN Sebelum Perbaikan				Perbaikan	PRN Sesudah Perbaikan				
No	Failure Mode	Failure Cause	Risk	Rekomendasi Perbaikan	S	O	D	Risk	Persentase RPN (%)
1	Mesin tidak dapat bekerja optimal dengan <i>speed</i> ideal	Tidak dilakukan pengecekan secara mendalam	108	Sebelum memulai produksi sebaiknya dilakukan pengecekan kondisi mesin secara menyeluruh juga penyetingan suhu mesin agar tetap stabil serta melakukan tinjauan untuk meningkatkan <i>speed</i> idealnya.	4	9	2	72	23%
2	Sensor salah membaca posisi <i>lid</i>	Sambungan pada <i>roll lid</i> yang tidak sesuai	12		2	6	1	12	4%
3	Kebocoran berukuran kecil	Suhu pada proses <i>sealing</i> terlalu rendah	18		3	6	1	18	6%
4	Posisi label / <i>lid</i> yang miring	Tidak dilakukan <i>checking</i> dan <i>cleaning</i>	42	Menerapkan <i>check sheet</i> untuk pengecekan dan pembersihan mesin serta meningkatkan kepedulian operator	3	6	1	18	6%
5	Setting suhu yang salah	Tidak dilakukan <i>checking cartridge heater</i>	14		2	6	1	12	4%
6	Program <i>control</i> tidak sesuai	Settingan operator mesin yang tidak tepat	189	Merencanakan penjadwalan <i>maintenance</i> dan melakukan pencatatan setingan mesin saat hendak digunakan agar tetap terkontrol	3	9	2	54	17%
7	Penyetelan ulang <i>part setting</i>	Tidak ada pencatatan penggantian <i>part</i>	105		3	7	2	42	13%
8	Penyetelan <i>setting</i> sebelum produksi	Setelan yang berubah	54		3	8	2	48	15%
9	Penggantian <i>part pressure valve</i>	<i>Part</i> bermasalah	45	Pengadaan <i>sparepart</i> setidaknya 1 cadangan masing-masing komponen agar tidak menunggu material penggantian <i>sparepart</i> serta pengadaan alat bantu perbaikan yang memadai sehingga waktu perbaikan tidak lama	5	3	1	15	5%
10	Penggantian <i>part roll switch</i>	<i>Part</i> tidak berfungsi baik	24		4	2	2	18	5%
11	Penggantian <i>part cartridge heater</i>	<i>Part cartridge heater</i> hang	24		4	2	1	8	3%
12	<i>Power supply</i> listrik mesin terganggu	Pemadaman listrik	18	Pengadaan genset sebagai upaya antisipasi pemadaman listrik mendadak	2	6	1	12	4%

(Sumber: Pengolahan Data)

Perbandingan Nilai Before After

Nilai perbandingan ini didapatkan dari pengukuran sebelumnya, sehingga dapat dilihat

perbandingan nilai sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan. Berikut dapat dilihat tabel 17 perbandingan nilai rata-rata OEE, tabel

18 perbandingan *six big losses*, tabel 19 perbandingan nilai RPN.

Perbandingan Nilai *Before and After* OEE

Tabel 17. Perbandingan Nilai Rata-rata OEE

Parameter	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
<i>Availability Rate</i>	88,40%	92,44%
<i>Performance Rate</i>	83,41%	83,61%
<i>Quality Rate</i>	98,98%	99,53%
OEE	73,00%	76,92%

(Sumber: Pengolahan Data Microsoft Excel 2016)

Perbandingan Nilai *Before and After* Six Big Losses

Tabel 18. Perbandingan Six Big Losses

Losses	Sebelum Perbaikan (Menit)	Sesudah Perbaikan (Menit)
<i>Reduced Speed Losses</i>	860	501
<i>Idle and Minor Stoppages Losses</i>	311	196
<i>Set up Adjustment Losses</i>	199	199
<i>Equipment Failure Losses</i>	177	46
<i>Process Defect Losses</i>	24	12
<i>Reduced Yield Loss / scrap losses</i>	0	0
Total	1571	954

(Sumber: Pengolahan Data)

Perbandingan *Before and After* Nilai RPN

Tabel 19. Perbandingan Nilai RPN

No	Jenis Kerugian	Failure Mode	Sebelum Perbaikan				Sesudah Perbaikan			
			S	O	D	Risk	S	O	D	Risk
1	<i>Reduced Speed Losses</i>	Mesin tidak dapat bekerja optimal dengan <i>speed</i> ideal	4	9	3	108	4	9	2	72
		Program <i>control</i> tidak sesuai	3	9	7	189	3	9	2	54
2	<i>Idle and Minor Stoppages Losses</i>	Posisi label / lid yang miring	3	7	2	42	3	6	1	18
		<i>Power supply</i> listrik mesin terganggu	3	6	1	18	2	6	1	12
		<i>Setting</i> suhu yang salah	2	7	1	14	2	6	1	12
3	<i>Set up Adjustment Losses</i>	Penyetelan ulang <i>part setting</i>	3	7	5	105	3	7	2	42
		Penyetelan <i>setting</i> sebelum produksi	3	9	2	54	3	8	2	48
4	<i>Equipment Failure Loss</i>	Penggantian <i>part pressure valve</i>	5	3	3	45	5	3	1	15
		Penggantian <i>part roll switch</i>	4	2	3	24	4	2	2	18
		Penggantian <i>part cartridge heater</i>	4	2	3	24	4	2	1	8
5	<i>Process Defect Losses</i>	Sensor salah membaca posisi lid	2	6	1	12	2	6	1	12
		Kebocoran berukuran kecil	3	6	1	18	3	6	1	18
6	<i>Reduced Yield Losses/scrap losses</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total			653				329			

(Sumber: Pengolahan Data)

KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengukuran nilai OEE, *Six Big Losses* dan FMEA diperoleh nilai efektivitas atau *overall equipment effectiveness (OEE)* dari mesin *cup sealer* di UMKM Sari Apel Brosem periode bulan Februari 2022 dengan nilai rata-rata OEE yang sebelum perbaikan sebesar 73,00% dan setelah perbaikan menjadi 76,92% atau mengalami

peningkatan rata-rata nilai OEE sebesar 3,92%.

2. Untuk meningkatkan nilai OEE mesin *cup sealer* maka diperoleh rekomendasi pemeliharaan mesin *cup sealer* yaitu sebelum memulai produksi sebaiknya dilakukan pengecekan kondisi mesin secara menyeluruh, menerapkan *check sheet* untuk pengecekan dan pembersihan mesin, merencanakan penjadwalan *maintenance* dan melakukan pencatatan setingan mesin saat hendak digunakan agar tetap terkontrol,

pengadaan *sparepart* setidaknya 1 cadangan masing-masing komponen serta pengadaan genset sebagai upayaantisipasi pemadaman listrik mendadak.

DAFTAR PUSTAKA

- Damos, C. R. (2018). *Analisis Efektivitas Mesin Pulverizer pada PLTU Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Universitas Jember, Jember.
- Fatoni, M. C., Nursanti, E., & Galuh, H. (2020). Analisis Risiko Key Performance Indicator (KPI) Untuk Meningkatkan Pencapaian Target Nilai KPI Tahunan Di PT Pamapersada Nusantara Distrik Baya. *Jurnal Valtech*, 3(2), 144-147.
- Gunadi, M. I., Junaidi, J., & Kurniawan, F. A. (2021). Analisis Perawatan Mesin Sterilizer Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PKS PT. XYZ. *Jurnal Buletin Utama Teknik*, 17(1), 14-20.
- Munandar, A. (2020). *Analisa Dan Usulan Perbaikan Kinerja Mesin Marubeni Di PT. Industri Nuklir Indonesia (Persero) Dengan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Institut Teknologi Indonesia, Serpong.
- Nurhayati, N., Herwanto, D., & Hamdani, H. (2021). Analisis Produktivitas Mesin Filling Auto Cup Sealer 1 dengan Metode Overall Equipment Effectiveness pada PT. Prima Kemasindo. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4), 2248-2255.
- Nuri, R. (2016). *Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Pengisian Tabung Gas Elpiji 3 Kg (Studi Kasus Di PT. Prima Cahaya Utama)*. Universitas Teuku Umar, Meulaboh Aceh Barat.
- Nursanti, E. (2014). Hybrid Minimal Repair for Maximizing Availability of a Serial Continuous Production System. *Proceeding of Internasional Conference on Mechanical Engineering & Management (ICMEM)*, Singapore.
- Nursanti, E., Avief, R. M. S., & Kertaningtyas, M. (2019). Parallel Series Scheduling for Aircraft Overhaul Maintenance. In *2019 International Conference on Organizational Innovation (ICOI 2019)*, 100, 640-644.
- Nursanti, E., Avief, S., Sibut, S., & Kertaningtyas, M. (2019). *Maintenance Capacity Planning Efisiensi & Produktivitas*. Dream Litera Buana, Malang.
- Nursanti, E., Ma'ruf, A., Simatupang, T., & Iskandar, B. P. (2012). Cost and availability functions using imperfect maintenance policy for a serial system. In *2012 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications*, 386-391.
- Nursanti, E., & Priyasmanu, T. (2022). Perencanaan Jadwal Pemeliharaan Mesin Cane Carrier dan IMC Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II) Pada PG Kebon Agung. *Jurnal Valtech*, 5(1), 1-10.
- Nursanti, E., Sibut, S., Hutabarat, J., & Septiawan, A. (2018). Risk Management In Subsea Pipelines Construction Project Using Delphi Method, FMECA, and Continuous Improvement. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(11), 3834-3838.
- Priambodo, B., Nursanti, E., & Laksmana, D. I. (2021). Analisa Risiko Lift (Elevator) dengan Metode FMEA. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, 7(2), 7-12.
- Rabiatussyifa, O., Azizah, F. N., & Ardhani, A. D. (2022). Analisis Produktivitas Mesin Buffing Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT. XYZ Cikarang, Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(3), 95-102.
- Ria, I., Nursanti, E., & Galuh, H. (2021). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Boiler Feed Pump Untuk Menurunkan Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Markov Chain. *Jurnal Valtech*, 4(2), 226-237.
- Sahril, S. (2019). *Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Peningkatan Nilai Efektivitas Mesin Oven Line 7 Pada PT. UPA*. Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Septiani, D. T., Nursanti, E., & Galuh, H. (2020). Analisa Peningkatan Produktivitas Dengan Menggunakan Metode TPM Berdasarkan Nilai OEE dan Losses Mesin Di Advertising OZY BISA. *Jurnal Valtech*, 3(2), 41-45.