

Analisis Produktivitas Mesin Filling Botol Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* dan *Failure Mode And Effect Analysis*

Angga Prasetya Aji^{1*}, Widya Setiafindari²

^{1,2} Teknik Industri, Sains & Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Jl. Glagahsari No. 63, Yogyakarta, 55164, Indonesia

Email: Anggaprasetya447@gmail.com¹, Widyasetia@uty.ac.id²

Received: March 03, 2023 / Revised: April 05, 2023 / Accepted: May 10, 2023

Abstrak

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Binangun merupakan perusahaan daerah di bidang penyediaan air wilayah kabupaten kulon progo serta memproduksi air minum dalam kemasan (AMDK) dengan merek dagang AirKu. PDAM Tirta Binangun terletak di Secang, Sendangsari, Pengasih, Kulon Progo. Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah produksi AMDK botol 600 ml memiliki kegagalan produk sebesar 16.038 botol dalam satu tahun yaitu bulan April 2021 sampai dengan Maret 2022. Berdasarkan masalah tersebut maka dilakukan pengukuran efektivitas mesin guna mengetahui seberapa produktivitas mesin filling. Metode yang digunakan adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). Hasil dari OEE menunjukkan tingkat efektivitas rata-rata mesin *filling* sebesar 87,48% sehingga kegagalan masih dalam toleransi dan memiliki nilai bagus karena lebih besar dari standart OEE yaitu 85%. Analisa *Six Big Losses* didapat empat faktor terbesar yaitu *Reduce Speed Losses* dengan persentase rata-rata 3,82% dan frekuensi relatif 39,01%, *Downtime Losses* dengan rata-rata 2,27 % dan frekuensi relatif 28,31%, *Defect Losses* dengan rata-rata 1,58 % dan frekuensi relatif 15,59%, *Idle and Minor Stoppage* dengan rata-rata 1,55 % dan frekuensi relatif 15,85%. Adapun usulan perbaikan adalah menambah 1 karyawan, dilakukan pengecekan berkala pemegang kepala botol dan mengganti dengan digital time relay two timer pada *directional control valve*.

Kata kunci: Air Minum Dalam Kemasan, *Failure Mode And Effect Analysis*, *Overall Equipment Effectiveness*, Produktivitas, *Six Big Losses*.

Abstract

The Regional Drinking Water Company (PDAM) Tirta Binangun is a regional company in the field of water supply in the Kulon Progo Regency area and produces bottled drinking water (AMDK) with the AirKu trademark. PDAM Tirta Binangun is located in Secang, Sendangsari, Pengasih, Kulon Progo. The problem faced by the company is that the production of 600 ml bottled drinking water has a product failure of 16,038 bottles in one year, from April 2021 to March 2022. Based on this problem, the effectiveness of the machine is measured to find out how productive the filling machine is. The methods used are *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) and *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). The results of the OEE show that the average effectiveness of the filling machine is 87.48% so that the failure is still within tolerance and has a good value because it is greater than the OEE standard, which is 85%. *Six Big Losses* analysis obtained the four biggest factors, namely *Reduce Speed Losses* with an average proportion of 3.82% and a relative frequency of 39.01%, *Downtime Losses* with an average of 2.27% and a relative frequency of 28.31%, *Defect Losses* with an average of 1.58% and a relative frequency of 15.59%, *Idle and Minor Stoppage* with an average of 1.55% and a relative frequency of 15.85%. The proposed improvement is to add 1 employee, periodically check the bottle head holder and replace it with a digital time relay two timer on the *directional control valve*.

Keywords: Bottled Drinking Water, *Failure Mode And Effect Analysis*, *Overall Equipment Effectiveness*, Productivity, *Six Big Losses*

1. Pendahuluan

Perkembangan industri manufaktur semakin meningkat dari tahun ke tahun, hal ini membuat persaingan pada industri manufaktur kian pesat. Perusahaan perlu melakukan usaha perbaikan dari segi peralatan maupun mesin dengan meningkatkan

efektivitas mesin atau peralatan yang ada seoptimal mungkin.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Binangun merupakan perusahaan daerah yang bergerak di bidang jasa penyediaan air untuk wilayah kabupaten kulon progo serta memproduksi air minum dalam

^{1*} Angga prasetya Aji

kemasan (AMDK). PDAM Tirta Binangun merupakan alih status dari BPAM (Badan Pengelola Air Minum) yang ditetapkan dengan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 722/KPTS/1992 tentang Penyerahan Pengelolaan Prasarana dan Sarana Penyediaan Air Bersih di Kabupaten Kulon Progo kepada Gubernur Kepala Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. BPAM Kabupaten Kulon Progo yang didirikan berdasarkan keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 022/KPTS/CK/1984 tentang Pembentukan BPAM Kabupaten Kulon Progo. Produk dari perusahaan adalah AMDK dengan merek dagang AirKu dengan varian Cup 120 ml, Cup 240 ml, Botol 330 ml, Botol 600 ml dan Galon 19 liter. Perumda Air Minum Tirta Binangun terletak di Secang, Sendangsari, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Permasalahan yang dihadapi Perumda Air Minum Tirta Binangun adalah proses produksi AMDK botol 600 ml memiliki kegagalan produk sebesar 944 botol pada bulan April 2021, 1.366 pada bulan Mei, 973 pada bulan Juni, 1.242 pada bulan Juli, 1.241 pada bulan Agustus, 1.366 pada bulan September, 1.874 pada bulan Oktober, 1.132 pada bulan November, 1.684 pada bulan Desember, 1.392 pada bulan Januari 2022, 1.536 pada bulan Februari dan bulan Maret 2022 memiliki kegagalan produk sebesar 1.288 botol, berdasarkan permasalahan tersebut maka analisis dilakukan untuk mengetahui apakah nilai kegagalan masih dalam ambang batas nilai OEE menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* dan setelah dihitung nilai OEE maka dilakukan *analisa Six Big Losses* dan dilakukan identifikasi kegagalan terbesar *Risk Priority Number* (RPN) menggunakan metode FMEA dimana kedua metode tersebut dapat mengetahui menurunnya performansi dari mesin maupun proses dan mengidentifikasi faktor akar penyebab masalah yang mengalami breakdown dan memberikan saran berupa usulan alternatif dengan tujuan meningkatkan nilai produktivitas.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah ukuran komprehensif yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin atau peralatan dan kinerjanya secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu ditingkatkan produktivitas, efisiensi mesin atau peralatan dan juga dapat menunjukkan area bottleneck yang terdapat pada lini produksi. Rozak et al., (2019) menyatakan OEE merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan mengoreksi cara-cara yang tepat untuk memastikan peningkatan produktivitas dalam penggunaan mesin atau peralatan. Daman and Nusraningrum (2020) menyatakan OEE adalah suatu metode yang mengukur tingkat efektivitas dalam penggunaan suatu mesin, peralatan atau sistem dengan memperhatikan beberapa sudut pandang dalam pengukuran proses, selain itu OEE juga dapat didefinisikan sebagai metrik yang berfokus pada efektivitas operasi produksi yang sedang berlangsung.

OEE adalah suatu pendekatan yang mengkualifikasikan efektivitas dan efisiensi kinerja operasi selama waktu kerjanya (Fam et al., 2018).

Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) adalah prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber dan akar penyebab masalah kualitas. Rachman & Nugraha (2018) menyatakan FMEA dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan suatu produk dan dampaknya, *Severity* adalah dampak yang timbul ketika terjadi kesalahan, *Occurrence* adalah kemungkinan atau probabilitas atau frekuensi terjadinya kesalahan, *Detection* dimungkinkan untuk mendeteksi suatu kesalahan akan terjadi atau sebelum dampak kesalahan tersebut terjadi. Hasil dari FMEA adalah pengembangan tindakan untuk mencegah atau mengurangi keparahan atau kemungkinan kegagalan, dimulai dari yang berprioritas tertinggi. FMEA menentukan prioritas risiko mode kegagalan melalui prioritas risiko atau *Risk Priority Number* (RPN) yang merupakan output dari kejadian (O), keparahan (S) dan deteksi kegagalan (D) (Sharma and Srivastava, 2018).

2. Metode Penelitian

OEE adalah sebuah metrik yang berfokus pada seberapa efektif suatu operasi dijalankan. Perhitungan bertujuan untuk mengetahui efektivitas dan performansi dari suatu mesin atau proses produksi. Dengan menghitung OEE maka dapat diketahui tiga komponen penting yang mempengaruhi efektivitas mesin yaitu *availability rate* atau ketersediaan mesin, *performance rate* atau efisiensi produksi, dan *quality rate* atau kualitas output mesin (Hamdy and Azizi, 2017).

OEE memiliki nilai minimal sebesar 85%, dengan komposisi sebagai berikut (Elisatriana et al., 2019).

- a) *Availability rate* > 90%
- b) *Performance rate* > 95%
- c) *Quality rate* > 99 %

Kameiswara et al., (2018) menyatakan *Six Big Losses* merupakan 6 kerugian besar yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan, sedangkan menurut Fam et al., (2018) OEE juga dapat mengukur enam kerugian besar yaitu kegagalan peralatan, pengaturan atau penyesuaian produksi, penghentian kecil, pengurangan kecepatan, penurunan hasil yang terjadi dari awal hingga stabilisasi dan cacat kualitas. *Six Big Loss* merupakan enam kerugian yang harus dihindari oleh setiap perusahaan yang dapat menurunkan efektivitas suatu mesin. *Six Big Loss* terdiri dari 3 faktor yaitu *Breakdown Loss*, *Setup dan adjustment stoppage*, *Idling dan minor stoppages*, *Reduced speed*, *Process defect*, *Reduced yield losses* (Sutoni et al., 2019).

Hasanudin, (2020) menyatakan FMEA merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui potensi penyebab kerusakan dan merupakan

metode untuk mengidentifikasi, mengevaluasi dan mengelola risiko secara efektif dalam suatu kegiatan. Metode *Root Cause of Failure Analysis* (RCFA) yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dan mencegah timbulnya permasalahan dalam suatu sistem. Evaluasi kegagalan proses dilakukan dengan menggunakan tiga indikator, yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O) dan *Detection* (D) untuk menghasilkan *Risk Priority Number* atau RPN (Al Rasyid, 2018).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Overall Equipment Effectiveness

a. Perhitungan Availability Rate

Kameiswara et al., (2018) menyatakan *Availability Rate*, merupakan rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Berikut merupakan rumus dan contoh perhitungan *availability rate* mesin *filling* AMDK botol Airku 600 ml periode April 2021 :

Perhitungan *Machine Working Times*

Machine working time

$$= (\text{Jam kerja mesin} \times 60\text{menit} \times \text{Periode})$$

$$= 8 \times 60 \times 10$$

$$= 4.800$$

Loading Time

$$= \text{machine working time} - \text{planned downtime}$$

$$= 4.800 - 200$$

$$= 4.600$$

Operation Time

$$= \text{loading time} - \text{failure \& repair} - \text{setup \& adjustment}$$

$$= 4.600 - 137 - 200$$

$$= 4.263$$

Availabilitiy

$$= \frac{\text{Loading time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{4.600 - 137 - 200}{4.600} \times 100\%$$

$$= 92.67\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui nilai *Availability Rate* periode April dari mesin *filling* botol 600ml adalah 92,67%, Mei sebesar 91,67%, Juni sebesar 93,55%, Juli sebesar 92,58%, Agustus sebesar 92,31%, September sebesar 91,21%, Oktober sebesar 93,41%, November sebesar 92,39%, Desember sebesar 93,43%, Januari sebesar 94,50%, Februari sebesar 93,38% dan periode Maret adalah 93,46% dengan nilai rata-rata 92,88% dapat dilihat pada tabel 13. Maka dapat diketahui bahwa mesin *filling* sudah memenuhi standart *availability rate* dikarenakan memiliki nilai lebih besar dari standart yang telah ditetapkan yaitu sebesar 90%.

b. Perhitungan Performance Efficiency

Suliantoro et al., (2017) menyatakan *Performance Efficiency* merupakan suatu ratio yang

menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Berikut merupakan rumus dan contoh perhitungan *performance efficiency* mesin *filling* AMDK botol Airku 600 ml periode April 2021 :

$$\text{Actual Cycle Time}$$

$$= \frac{\text{Operation time}}{\text{Output proses}}$$

$$= \frac{4.263}{50.901}$$

$$= 0,083750777$$

$$\text{Operating Speed Rate}$$

$$= \frac{\text{Theoretical cycle time}}{\text{Actual cycle time}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0805}{0,083750777} \times 100\%$$

$$= 96,12\%$$

$$\text{Net operating rate}$$

$$= \frac{\text{Jumlah produksi} \times \text{Actual processing time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$= \frac{50.901 \times 0,083750777}{4.263} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency}$$

$$= \text{Net operation rate} \times \text{operating speed rate}$$

$$= 96,12\% \times 100\%$$

$$= 96,12\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui nilai *Performance Efficiency Rate* periode April dari mesin *filling* botol 600ml adalah 96,12%, Mei sebesar 96,21%, Juni sebesar 96,22%, Juli sebesar 96,05%, Agustus sebesar 96,01%, September sebesar 95,91%, Oktober sebesar 96,07%, November sebesar 95,92%, Desember sebesar 95,59%, Januari sebesar 95,67%, Februari sebesar 95,82% dan periode Maret adalah 95,08% dengan nilai rata-rata 95,89% dapat dilihat pada tabel 14. Maka dapat diketahui bahwa mesin *filling* sudah memenuhi standart *Performance Efficiency Rate* dikarenakan memiliki nilai lebih besar dari standart yang telah ditetapkan yaitu sebesar 95%.

c. Perhitungan rate of quality

Diniaty (2017) menyatakan *Quality Ratio* atau *rate of quality product* merupakan suatu ratio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Berikut merupakan rumus dan contoh perhitungan *rate of quality product* mesin *filling* AMDK botol Airku 600 ml periode April 2021 :

$$\text{Rate of Quality Product}$$

$$= \frac{\text{Jumlah produksi} - \text{reject}}{\text{Jumlah produksi}} \times 100\%$$

$$= \frac{50.901 - 944}{50.901} \times 100\%$$

$$= \frac{49.957}{50.901} \times 100\%$$

$$= 98,15\%$$

Tabel 1. Rate of quality

Bulan	Periode	Jumlah Produk	Jumlah Reject	Produktif Bagus	Rate of Quality Product (%)
April	10	50.901	944	49.957	98,15%
Mei	15	75.597	1.366	74.231	98,19%
Juni	12	61.722	973	60.749	98,42%
Juli	13	66.052	1.242	64.810	98,12%
Agustus	14	70.906	1.241	69.665	98,25%
September	14	69.983	1.366	68.617	98,05%
Oktober	19	97.433	1.874	95.559	98,08%
November	13	65.832	1.132	64.700	98,28%
Desember	19	96.964	1.684	95.280	98,26%
Januari	16	82.657	1.392	81.265	98,32%
Februari	18	92.035	1.536	90.499	98,33%
Maret	15	76.171	1.288	74.883	98,31%
		906.253	16.038	890.215	98,23%

(Sumber : Olah Data 2022)

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui nilai *Rate of Quality Product* periode April dari mesin *filling* botol 600ml adalah 98,15%, Mei sebesar 98,19%, Juni sebesar 98,42%, Juli sebesar 98,12%, Agustus sebesar 98,25%, September sebesar 98,05%, Oktober sebesar 98,08%, November sebesar 98,28%, Desember sebesar 98,26%, Januari sebesar 98,32%, Februari sebesar 98,33% dan periode Maret adalah 98,31% dengan nilai rata-rata 98,23% dapat dilihat pada tabel 1. Maka dapat diketahui bahwa mesin *filling* belum memenuhi standart *Rate of Quality Product* dikarenakan memiliki nilai lebih kecil dari standart yang telah ditetapkan yaitu sebesar 99%.

d. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness

Dalam menghitung *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) terdapat tiga perhitungan. Berikut merupakan rumus serta contoh perhitungan dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *filling* botol 600ml periode April 2021:

$$\begin{aligned} & \text{Overall Equipment Effectiveness} \\ & = \text{Availability Ratio} \times \text{Performance Ratio} \times \text{Quality Rate} \\ & = 92,67\% \times 96,12\% \times 98,15\% \\ & = 87,42\% \end{aligned}$$

Tabel 2. Overall equipment effectiveness

Bulan	Availability rate (%)	Performance ratio	Quality rate	OEE
April	92,67%	96,12%	98,15%	87,42%
Mei	91,67%	96,21%	98,19%	86,60%
Juni	93,55%	96,22%	98,42%	88,59%
Juli	92,58%	96,05%	98,12%	87,24%
Agustus	92,31%	96,01%	98,25%	87,08%
September	91,21%	95,91%	98,05%	85,77%
Oktober	93,41%	96,07%	98,08%	88,01%
November	92,39%	95,92%	98,28%	87,10%
Desember	93,43%	95,59%	98,26%	87,76%
Januari	94,50%	95,67%	98,32%	88,88%
Februari	93,38%	95,82%	98,33%	87,99%
Maret	93,46%	95,08%	98,31%	87,36%
Average	92,88%	95,89%	98,23%	87,48%

(Sumber : Olah Data 2022)

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* periode April dari mesin *filling* botol 600ml adalah 87,42 dan memiliki nilai rata-rata dalam satu tahun adalah 87,48% dapat dilihat pada tabel 2.

3.2. Pembahasan Overall Equipment Effectiveness

Berdasarkan Tabel 2. perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* periode April 2021 sampai dengan Maret 2022 dapat diketahui bahwa tingkat produktivitas produksi AMDK Airku 600 ml bulan April adalah 87,42%, Mei sebesar 86,60%, Juni sebesar 88,59%, Juli sebesar 87,24%, Agustus sebesar 87,08%, September sebesar 85,77%, Oktober sebesar 88,01%, November sebesar 87,10%, Desember sebesar 87,76%, Januari sebesar 88,88%, Februari sebesar 87,99% dan periode Maret adalah 87,36% dengan nilai rata-rata 87,48% sehingga dapat disimpulkan kegagalan masih dalam toleransi dan memiliki nilai produktivitas bagus karena lebih besar dari standart OEE yang ada yaitu 85% walaupun faktor *defect losses* menghasilkan rata-rata sebesar 98,23% lebih kecil dari standart yang ditentukan yaitu 99%.

3.3 Hasil Six Big Losses

a. Perhitungan Downtime losses

Downtime losses merupakan kerugian yang diakibatkan karena kerusakan mesin dan peralatan secara mendadak sehingga proses produksi terhenti. Dalam menghitung *Downtime losses* terdapat beberapa perhitungan. Berikut merupakan rumus dan contoh perhitungan dari mesin *filling* botol 600 ml periode April 2021 :

$$\begin{aligned} & \text{Downtime Losses} \\ & = \frac{\text{Failure and Repair}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ & = \frac{137}{4.600} \times 100\% \\ & = 2,98\% \end{aligned}$$

Tabel 3. Downtime losses

Bulan	Failure & Repair (MIN)	Loading Time (MIN)	Downtime Losses (%)
April	137	4.600	2,98%
Mei	275	6.900	3,99%
Juni	116	5.520	2,10%
Juli	184	5.980	3,08%
Agustus	215	6.440	3,34%
September	286	6.440	4,44%
Oktober	196	8.740	2,24%
November	195	5.980	3,26%
Desember	194	8.740	2,22%
Januari	85	7.360	1,15%
Februari	188	8.280	2,27%
Maret	151	6.900	2,19%
Rata-rata	2.222	81.880	2,77%

(Sumber : Olah Data 2022)

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui nilai Downtime Losses periode April dari mesin filling botol 600 ml adalah 2,98%, Mei sebesar 3,99%, Juni sebesar 2,10%, Juli sebesar 3,08%, Agustus sebesar 3,34%, September sebesar 4,44%, Oktober sebesar 2,24%, November sebesar 3,26%, Desember sebesar 2,22%, Januari sebesar 1,15%, Februari sebesar 2,27% dan periode Maret adalah 2,19% dengan nilai rata-rata 2,77% dapat dilihat pada tabel 3.

b. Perhitungan Setup and Adjustment Losses

Setup and Adjustment Losses merupakan kerugian yang disebabkan hilangnya waktu untuk melakukan set up mesin atau peralatan yang terlalu lama. Dalam menghitung Setup and Adjustment Losses terdapat beberapa perhitungan. Berikut merupakan rumus dan contoh perhitungan dari mesin filling botol 600 ml periode April 2021:

$$\begin{aligned}
 & \text{Setup and Adjustment Losses} \\
 &= \frac{\text{Set up mesin (jam)}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\
 &= \frac{3}{4.600} \times 100\% \\
 &= 0,07\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Set up and adjustment losses

Bulan	Set Up (jam)	Loading Time	Set Up Losses (%)
April	3	4.600	0,07%
Mei	5	6.900	0,07%
Juni	4	5.520	0,07%
Juli	4	5.980	0,07%
Agustus	5	6.440	0,07%
September	5	6.440	0,07%
Oktober	6	8.740	0,07%
November	4	5.980	0,07%
Desember	6	8.740	0,07%
Januari	5	7.360	0,07%
Februari	6	8.280	0,07%
Maret	5	6.900	0,07%
Rata-rata	59	81.880	0,07%

(Sumber : Olah Data 2022)

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui nilai Setup and Adjustment Losses periode April dari mesin filling botol 600 ml adalah 0,07%, Mei sebesar 0,07%, Juni sebesar 0,07%, Juli sebesar 0,07%, Agustus sebesar 0,07%, September sebesar 0,07%, Oktober sebesar 0,07%, November sebesar 0,07%, Desember sebesar 0,07%, Januari sebesar 0,07%, Februari sebesar 0,07%, dan periode Maret adalah 0,07% dengan nilai rata-rata 0,07%, dapat dilihat pada tabel 4.

c. Perhitungan Idle and Minor Stoppage

Idle and Minor Stoppage (IMS) merupakan kerugian yang disebabkan oleh berhentinya mesin sesaat dikarenakan material yang datang terhambat ke stasiun kerja atau karena adanya pemadaman listrik. Dalam menghitung IMS terdapat beberapa perhitungan. Berikut merupakan rumus dan contoh perhitungan dari mesin filling botol 600 ml periode April 2021:

Idle and Minor Stoppage (IMS)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{Jumlah Target} - \text{Jumlah Produksi}) \times \text{Theoretical Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{(51.630 - 50.901) \times 0,0805}{4.600} \times 100\% \\
 &= 1,28\%
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Idle and minor stoppage (IMS)

Bulan	Target	Jumlah Produksi	Theoretical Cycle Time	Loading Time	IMS
April	51.630	50.901	0,0805	4,60	1,28%
Mei	77.820	75.597	0,0805	6,90	2,59%
Juni	62.976	61.722	0,0805	5,52	1,83%
Juli	67.041	66.052	0,0805	5,98	1,33%
Agustus	72.814	70.906	0,0805	6,44	2,38%
September	71.470	69.983	0,0805	6,44	1,86%
Oktober	99.180	97.433	0,0805	8,74	1,61%
November	66.755	65.832	0,0805	5,98	1,24%
Desember	98.211	96.964	0,0805	8,74	1,15%
Januari	83.712	82.657	0,0805	7,36	1,15%
Februari	93.312	92.035	0,0805	8,28	1,24%
Maret	76.980	76.171	0,0805	6,90	0,94%
Rata-rata					1,55%

(Sumber : Olah Data 2022)

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui nilai Idle and Minor Stoppage (IMS) periode April dari mesin filling botol 600 ml adalah 1,28%, Mei sebesar 2,59%, Juni sebesar 1,83%, Juli sebesar 1,33%, Agustus sebesar 2,38%, September sebesar 1,86%, Oktober sebesar 1,61%, November sebesar 1,24%, Desember sebesar 1,15%, Januari sebesar

1,15%, Februari sebesar 1,24% dan periode Maret adalah 0,94% dengan nilai rata-rata 1,55% dapat dilihat pada tabel 5.

d. Perhitungan *Reduce Speed Losses*

Reduce Speed Losses (RSL) merupakan kerugian yang terjadi karena penurunan kecepatan mesin sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan normal. Dalam menghitung RSL terdapat beberapa perhitungan. Berikut merupakan rumus dan contoh perhitungan dari mesin *filling* botol 600 ml periode April 2021:

$$\begin{aligned} \text{RSL} &= \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Theoretical Cycle Time}) \times \text{Total Produk}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{(0,083750777 - 0,0805) \times 50.901}{4.600} \times 100\% \\ &= 3,60\% \end{aligned}$$

Tabel 6. *Reduce speed losses*

Bulan	Actual Cycle Time	Theoretical Cycle Time	Jumlah Produk	Loading Time	RSL
April	0,08375077	0,0805	50.901	4.600	3,60 %
Mei	0,083667308	0,0805	75.597	6.900	3,47 %
Juni	0,083665434	0,0805	61.722	5.520	3,54 %
Juli	0,08381272	0,0805	66.052	5.980	3,66 %
Agustus	0,083843365	0,0805	70.906	6.440	3,68 %
September	0,083934636	0,0805	69.983	6.440	3,73 %
Oktober	0,083790879	0,0805	97.433	8.740	3,67 %
November	0,083925717	0,0805	65.832	5.980	3,77 %
Desember	0,084216789	0,0805	96.964	8.740	4,12 %
Januari	0,08414287	0,0805	82.657	7.360	4,09 %
Februari	0,084011517	0,0805	92.035	8.280	3,90 %
Maret	0,084664767	0,0805	76.171	6.900	4,60 %
Rata-rata					3,82 %

(Sumber : Olah Data 2022)

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui nilai *Reduce Speed Losses* periode April dari mesin *filling* botol 600 ml adalah 3,60%, Mei sebesar 3,47%, Juni sebesar 3,54%, Juli sebesar 3,66%, Agustus sebesar 3,68%, September sebesar 3,73%, Oktober sebesar 3,67%, November sebesar 3,77%, Desember sebesar 4,12%, Januari sebesar 4,09%, Februari sebesar 3,90% dan periode Maret adalah 4,60% dengan nilai rata-rata 3,82% dapat dilihat pada tabel 6.

e. Perhitungan *Defect Losses*

Defect Losses merupakan kerugian yang disebabkan karena hasil produksi tersebut memiliki

kekurangan (cacat) setelah keluar dari proses produksi. Dalam menghitung *Defect Losses* terdapat beberapa perhitungan. Berikut merupakan rumus dan contoh perhitungan dari mesin *filling* botol 600 ml periode April 2021:

$$\begin{aligned} \text{Defect Losses} &= \frac{(\text{Total Reject} \times \text{Theoretical Cycle Time})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{(944 \times 0,0805)}{4600} \times 100\% \\ &= 1,65\% \end{aligned}$$

Tabel 7. *Defect losses*

Bulan	Jumlah Reject	Theoretical Cycle Time	Loading Time	Defect Losses
April	944	0,0805	4.600	1,65%
Mei	1.366	0,0805	6.900	1,59%
Juni	973	0,0805	5.520	1,42%
Juli	1.242	0,0805	5.980	1,67%
Agustus	1.241	0,0805	6.440	1,55%
September	1.366	0,0805	6.440	1,71%
Oktober	1.874	0,0805	8.740	1,73%
November	1.132	0,0805	5.980	1,52%
Desember	1.684	0,0805	8.740	1,55%
Januari	1.392	0,0805	7.360	1,52%
Februari	1.536	0,0805	8.280	1,49%
Maret	1.288	0,0805	6.900	1,50%
	16.038			1,58%

(Sumber : Olah Data 2022)

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui nilai *Defect Losses* periode April dari mesin *filling* botol 600 ml adalah 1,65%, Mei sebesar 1,59%, Juni sebesar 1,42%, Juli sebesar 1,67%, Agustus sebesar 1,55%, September sebesar 1,71%, Oktober sebesar 1,73%, November sebesar 1,52%, Desember sebesar 1,55%, Januari sebesar 1,52%, Februari sebesar 1,49%, dan periode Maret adalah 1,50% dengan nilai rata-rata 1,58% dapat dilihat pada tabel 7.

f. Perhitungan *Reduce Yield Losses*

Reduce Yield Losses merupakan kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai kondisi stabil atau kerugian yang disebabkan oleh produk yang dihasilkan tidak standart pada awal produksi atau *set up*. Dalam menghitung *Reduce Yield Losses* terdapat beberapa perhitungan. Berikut merupakan rumus perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Reduce Yield Losses} &= \frac{(\text{Waktu Siklus Ideal} \times \text{Jumlah Cacat Awal Produksi})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \end{aligned}$$

Pada penelitian ini *Reduce Yield Losses* tidak dapat dihitung dikarenakan tidak tersedianya data mengenai jumlah cacat awal produksi.

3.4 Pembahasan *Six Big Losses*

Berdasarkan perhitungan *six big losses* dapat diketahui persentase faktor *six big losses* terbesar

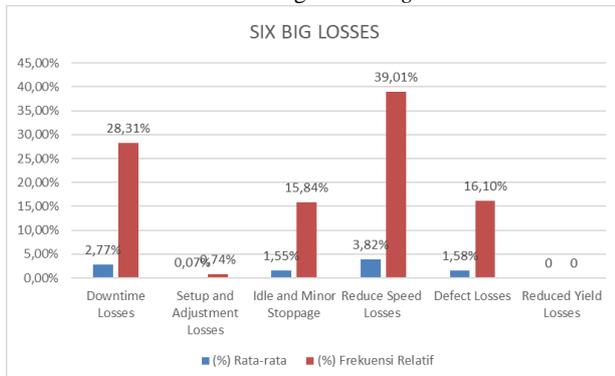
yaitu faktor *Reduce Speed Losses* yang memiliki persentase rata-rata 3,82% dengan frekuensi relatif 39,01%. Terbesar kedua adalah faktor *Downtime Losses* memiliki persentase rata-rata 2,77% dengan frekuensi relatif 28,31%. Terbesar ketiga adalah *Defect Losses* dengan persentase rata-rata 1,58% dengan frekuensi relatif 16,10%. Terbesar keempat adalah *Idle and Minor Stoppage* dengan persentase rata-rata 1,55% dengan frekuensi relatif 15,84% dan terakhir faktor *Setup and Adjustment Losses* dengan persentase rata-rata 0,07% dengan frekuensi relatif 0,74% ditunjukkan pada tabel 8. dan gambar 1.

Tabel 8. Persentase faktor *six big losses*

Six Big Losses	Persentase Rata-rata(%)	Frekuensi Relatif (%)	Akumulasi (%)
<i>Downtime Losses</i>	2,77%	28,31%	28,31%
<i>Setup and Adjustment Losses</i>	0,07%	0,74%	29,05%
<i>Idle and Minor Stoppage</i>	1,55%	15,84%	44,89%
<i>Reduce Speed Losses</i>	3,82%	39,01%	83,90%
<i>Defect Losses</i>	1,58%	16,10%	100,00%
<i>Reduced Yield Losses</i>	0	0	100,00%
	9,79%	100,00%	

(Sumber : Olah Data 2022)

Gambar 1. Diagram *six big losses*



(Sumber : Olah Data 2022)

3.5 Hasil Failure Mode And Effect Analysis

Identifikasi FMEA dilakukan untuk mencari solusi dari losses yang terjadi dan mengetahui tingkat faktor *Risk Priority Number (RPN)* guna penentuan prioritas perbaikan yang dilakukan. Pada penelitian ini angka pembobotan yang digunakan diperoleh dari hasil observasi, wawancara dan diskusi dengan pihak terkait di perusahaan yaitu kepala produksi dan kepala unit.

a. Perhitungan Skala *Severity*

Al Rasyid (2018) menyatakan *Severity* merupakan identifikasi dampak potensial yang terburuk yang diakibatkan oleh suatu kegagalan. Sultoni and Saroso (2019) menyatakan FMEA diperoleh dari hasil observasi dan wawancara atau diskusi dengan pihak terkait di perusahaan. Nilai

rating *Severity* 1 sampai 10. Nilai *Severity* dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. *Criteria of Severity Effect*

Rating	Criteria of Severity Effect
10	Tidak berfungsi sama sekali
9	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan
8	Kehilangan fungsi utama
7	Pengurangan fungsi utama
6	Kehilangan kenyamanan fungsi penggunaan
5	Mengurangi kenyamanan fungsi penggunaan
4	Perubahan fungsi dan banyak pekerja menyadari adanya masalah
3	Tidak terdapat efek dan pekerja menyadari adanya masalah
2	Tidak terdapat efek dan pekerja tidak menyadari adanya masalah
1	Tidak ada efek

(Sumber : Olah Data 2022)

b. Perhitungan Skala *Occurrence*

Al Rasyid (2018) menyatakan *Occurrence* merupakan tingkat keseringan terjadinya kerusakan atau kegagalan. *Occurrence* berhubungan dengan estimasi jumlah kegagalan yang muncul akibat suatu penyebab tertentu pada mesin. Nilai rating *Occurrence* antara 1 sampai 10. Nilai 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi memiliki kumulatif yang tinggi atau sangat sering terjadi. Nilai *Occurrence* dapat dilihat dari tabel 10.

Tabel 10. Probability of occurrence

Rating	Probability of Occurrence
10	Lebih besar dari 1000 pcs dalam satu bulan.
9	Lebih besar dari 900- 1000 pcs dalam satu bulan.
8	Lebih besar dari 800 – 900 pcs dalam satu bulan.
7	Lebih besar dari 700 - 800 pcs dalam satu bulan.
6	Lebih besar dari 600- 700 pcs dalam satu bulan.
5	Lebih besar dari 400- 500 pcs dalam satu bulan.
4	Lebih besar dari 300 - 400 pcs dalam satu bulan.
3	Lebih besar dari 200 - 300 pcs dalam satu bulan.
2	Lebih kecil dari 100 pcs dalam satu bulan.
1	Tidak pernah sama sekali

(Sumber : Olah Data 2022)

c. Perhitungan Skala *Detection*

Menurut Al Rasyid, (2018) *Detection* merupakan pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi dengan mempertimbangkan kemungkinan deteksi kegagalan atau penyebab sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Nilai rating *Detection* antara 1 sampai 10. Nilai 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang tidak mampu terdeteksi. Angka deteksi tinggi menunjukkan bahwa kemungkinan tinggi kegagalan akan lolos dari deteksi atau kemungkinan deteksi rendah. Nilai *Detection* dapat dilihat pada tabel 11. dan kategori penanganan *task selection* dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 11. *Detection Design control*

Rating	Detection Design Control
10	Tidak mampu terdeteksi
9	Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi
8	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk terdeteksi
7	Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi
6	Kesempatan yang rendah untuk terdeteksi
5	Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi
4	Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi
3	Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi
2	Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi
1	Pasti terdeteksi

(Sumber : Olah Data 2022)

Tabel 12. *Task selection*

RPN	Class	Task Selection
<100	PR	Penanganan rendah
100-200	PS	Penanganan sedang
200-400	PT	Penanganan tinggi
400-600	PA	Penanganan agresif
600-800	PSA	Penanganan super agresif
800-1000	PEA	Penanganan extra agresif

(Sumber : Olah Data 2022)

d. Perhitungan FMEA

Perhitungan *Failure Mode And Effect Analysis* dapat dilihat pada tabel 15. Sampai dengan tabel 18. Berdasarkan perhitungan FMEA didapat 6 jenis *losses* dan nilai *risk priority number* yaitu sebagai berikut :

Reduce Speed Losses didapat dua faktor yaitu komponen manusia proses *filling* dengan nilai RPN 210 dan komponen mesin proses *filling* dengan nilai RPN 84 dapat dilihat pada tabel 15, jenis kerugian *Downtime Losses* didapat dua faktor yaitu komponen mesin proses *filling* dengan nilai RPN 180 dan komponen mesin proses *printing* dengan nilai RPN 90 dapat dilihat pada tabel 16. jenis kerugian *Defect Losses* didapat tiga faktor yaitu komponen mesin proses *filling* dengan nilai RPN 140, komponen mesin proses *cupping* dengan nilai RPN 168 dan komponen manusia proses *labelling* dengan nilai RPN 36 dapat dilihat pada tabel 17. dan jenis kerugian *Idle and Minor Stoppage* didapat satu faktor yaitu komponen fasilitas proses *Gudang hantaran* dengan nilai RPN 32 dapat dilihat pada tabel 18.

3.6 Pembahasan *Failure Mode And Effect Analysis*

Analisis selanjutnya adalah mengidentifikasi empat persentase terbesar dari *Six Big Losses* yaitu *class* penanganan Sedang (PS) dan *class* penanganan rendah (PR) untuk mengetahui akar penyebab masalah dan solusi perbaikan menggunakan *Failure Mode Effect Analysis* yang didasarkan dari diskusi dengan pihak terkait di perusahaan yaitu supervisor produksi dan kepala cabang Perumda Tirta Binangun, ranking nilai *Risk Priority Number* dapat dilihat pada tabel 19.

Analisis FMEA diketahui nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi pertama adalah jenis *Reduce Speed Losses* komponen manusia proses *filling* dengan nilai RPN 210, yang disebabkan oleh tidak stabilnya waktu proses menaikkan botol ke conveyor karena faktor kelelahan yang mengakibatkan jumlah produksi tidak sesuai target, tertinggi nomor dua jenis *Downtime Losses* komponen mesin proses *filling* dengan nilai RPN 180 yang disebabkan oleh pegangan kepala botol terkena gesekan botol terus menerus yang mengakibatkan kendur yang mengakibatkan mesin berhenti sesaat untuk dilakukan perbaikan penyekat kepala botol pada posisi semula.

Tertinggi nomor tiga jenis *Defect Losses* komponen mesin proses *cupping* dengan nilai RPN 168 yang disebabkan oleh relay *directional control valve* kurang konsisten dan dinamo motor *cupping* berputar terus menerus hanya mengandalkan *pneumatically actuated piston* (PAP) yang mengakibatkan PAP telat terangkat dan segel tutup botol terbuka, Nilai RPN tertinggi nomor empat masih dalam jenis *Defect Losses* komponen mesin proses *filling* dengan nilai RPN 140 yang disebabkan oleh plat pemegang botol masih satuan di setiap *nozzle* jadi berpotensi mudah tergeser karena terkena gesekan botol terus menerus yang mengakibatkan botol tidak terisi air penuh karena botol tidak berada di bawah *nozzle* atau berubah tempat dari posisi yang ditentukan, tertinggi nomor lima jenis *Downtime Losses* komponen mesin proses *printing* dengan nilai RPN 90 yang disebabkan oleh sensor kotor terkena tinta yang mengakibatkan *printing* tidak bekerja dan botol tidak ter *printing expired date*.

Tertinggi nomor enam jenis *Reduce Speed Losses* komponen mesin proses *filling* dengan nilai RPN 84 yang disebabkan oleh jarak penyekat *pneumatically actuated piston* (PAP) terlalu lebar yang mengakibatkan botol terkadang miring dan harus ditata manual agar pas dibawah *nozzle*, tertinggi nomor tujuh jenis *Defect Losses* komponen mesin proses *labelling* dengan nilai RPN 36 yang disebabkan oleh kurangnya konsentrasi dan kelelahan yang mengakibatkan label terbalik atau kurang presisi dan tertinggi terakhir atau nomor delapan adalah jenis *Idle and Minor Stoppage* komponen fasilitas proses gudang hantaran dengan nilai RPN 32 yang disebabkan oleh terbatasnya ruang penampungan sementara yang mengakibatkan proses berhenti sesaat untuk dilakukan pengisian bahan baku pada gudang hantaran.

Tabel 13. Availability rate

Bulan	Periode	Machine Working Time (MIN)	Planned Downtime (MIN)	Loading Time (MIN)	Faiure & Repair (MIN)	Set Up & Adjustment (MIN)	Operation Time	Avaibility Rate (%)
April	10	4.800	200	4.600	137	200	4.263	92,67%
Mei	15	7.200	300	6.900	275	300	6.325	91,67%
Juni	12	5.760	240	5.520	116	240	5.164	93,55%
Juli	13	6.240	260	5.980	184	260	5.536	92,58%
Agustus	14	6.720	280	6.440	215	280	5.945	92,31%
September	14	6.720	280	6.440	286	280	5.874	91,21%
Oktober	19	9.120	380	8.740	196	380	8.164	93,41%
November	13	6.240	260	5.980	195	260	5.525	92,39%
Desember	19	9.120	380	8.740	194	380	8.166	93,43%
Januari	16	7.680	320	7.360	85	320	6.955	94,50%
Februari	18	8.640	360	8.280	188	360	7.732	93,38%
Maret	15	7.200	300	6.900	151	300	6.449	93,46%
		85.440	3560	81.880	2222	3560	76.098	92,88%

(Sumber : Olah Data 2022)

Tabel 14. Performance efficiency

Bulan	Periode	Operation Time	Jumlah Produksi	Theoretical Cycle Time (MIN)	Actual Cycle Time (MIN)	Operating Speed Rate (%)	Net Operating Rate	Performance Efficiency
April	10	4.263	50.901	0,0805	0,083750777	96,12%	100%	96,12%
Mei	15	6.325	75.597	0,0805	0,083667308	96,21%	100%	96,21%
Juni	12	5.164	61.722	0,0805	0,083665434	96,22%	100%	96,22%
Juli	13	5.536	66.052	0,0805	0,08381272	96,05%	100%	96,05%
Agustus	14	5.945	70.906	0,0805	0,083843365	96,01%	100%	96,01%
September	14	5.874	69.983	0,0805	0,083934636	95,91%	100%	95,91%
Oktober	19	8.164	97.433	0,0805	0,083790879	96,07%	100%	96,07%
November	13	5.525	65.832	0,0805	0,083925717	95,92%	100%	95,92%
Desember	19	8.166	96.964	0,0805	0,084216789	95,59%	100%	95,59%
Januari	16	6.955	82.657	0,0805	0,08414287	95,67%	100%	95,67%
Februari	18	7.732	92.035	0,0805	0,084011517	95,82%	100%	95,82%
Maret	15	6.449	76.171	0,0805	0,084664767	95,08%	100%	95,08%
		76.098	906.253		0,083952231	95,89%	100%	95,89%

(Sumber : Olah Data 2022)

Tabel 15. Jenis kerugian reduce speed losses

Jenis Kerugian	Komponen/ Proses	Identifikasi jenis kegagalan yang terjadi	Identifikasi akibat dari kegagalan.	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol	D	RPN	
Reduce Speed Losses	Manusia/ filling	Tidak stabilnya waktu proses menaikkan botol ke conveyor karena faktor kelelahan	Jumlah produksi tidak sesuai target	7	Proses menaikkan botol ke conveyor masih manual dan dikakukan oleh 1 karyawan	5	Menambah karyawan bagian menaikkan bahan baku ke conveyor dari yang sebelumnya hanya 1 karyawan.	1	6	210
	Mesin/ filling	Botol tidak berada pas dibawah nozzle filling	Botol terkadang miring dan harus ditata manual agar pas dibawah nozzle	7	Jarak penyekat pneumatically actuated piston (PAP) terlalu lebar	4	Jarak penyekat PAP diperkecil 8 cm atau dengan lebar 82 cm dari sebelumnya 90 cm	3	84	

Tabel 16. Jenis kerugian *downtime losses*

Jenis Kerugian	Komponen/ Proses	Identifikasi jenis kegagalan yang terjadi	Identifikasi akibat dari kegagalan.	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol	D	RPN
<i>Downtime Losses</i>	mesin/ <i>filling</i>	Pegangan kepala botol bergeser	Mesin berhenti sesaat untuk dilakukan perbaikan penyekat kepala botol pada posisi semula	6	Pegangan kepala botol terkena gesekan botol terus menerus yang mengakibatkan kendur	5	Dilakukan pengecekan berkala setiap 1.000 botol dari yang sebelumnya hanya dilakukan pengecekan pada awal produksi	6	180
	Mesin/ <i>printing</i>	<i>Printing</i> tidak bekerja	Botol tidak ter <i>printing expired date</i>	9	Sensor kotor terkena tinta	2	Mengubah posisi sensor yang sebelumnya disamping penyemprot tinta menjadi di bawah atau 10 cm dari dasar botol	5	90

(Sumber : Olah Data 2022)

Tabel 17. Jenis kerugian *defect losses*

Jenis Kerugian	Komponen/ Proses	Identifikasi jenis kegagalan yang terjadi	Identifikasi akibat dari kegagalan.	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol	D	RPN	
<i>Defect Losses</i>	Mesin/ <i>filling</i>	Botol tidak terisi penuh	Botol tidak terisi air penuh karena botol tidak berada di bawah <i>nozzle</i> atau berubah tempat dari posisi yang ditentukan	7	Plat pemegang botol masih satuan di setiap <i>nozzle</i> jadi berpotensi mudah tergeser karena terkena gesekan botol terus menerus	4	Dilakukan pengecekan berkala setiap 1.000 botol dari yang sebelumnya hanya dilakukan pengecekan pada awal produksi	5	140	
	Mesin/ <i>cupping</i> .	<i>Pneumatically actuaied piston</i> telat terangkat	Segel tutup botol terbuka	8	Relay <i>directional control valve</i> kurang konsisten dan dynamo motor <i>cupping</i> berputar terus menerus hanya mengandalkan PAP	7	Mengganti dengan digital time relay two timmer dari yang sebelumnya masih menggunakan relay putar dan menambahkan digital time relay two timmer pada dinamo motor <i>cupping</i> yang terintegrasi dengan sensor laser sehingga timming berputar <i>capping</i> dapat disesuaikan.	3	168	
	Manusia/ <i>labelling</i>	Kesalahan dalam proses labelling	Label terbalik atau kurang presisi	3	Kurangnya konsentrasi dan kelelahan	3	menambah orang dari sebelumnya 2 orang.	1	4	36

(Sumber : Olah Data 2022)

Tabel 18. Jenis kerugian *idle and minor stoppage*

Jenis Kerugian	Komponen/ Proses	Identifikasi jenis kegagalan yang terjadi	Identifikasi akibat dari kegagalan.	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol	D	RPN
<i>Idle and Minor Stoppage</i>	Fasilitas/ Gudang hantaran	Kehabisan bahan baku botol pada gudang hantaran	Proses berhenti sesaat untuk dilakukan pengisian bahan baku pada gudang hantaran	8	Terbatasnya ruang penampungan sementara	2	Dilakukan perluasan gudang hantaran atau menambah 1 karyawan bagian pergudangan dari yang sebelumnya hanya 1 orang	2	32

(Sumber : Olah Data 2022)

Tabel 19. Ranking risk priority number

No priority	Jenis	Komponen	Proses	Nilai rpn	Class	Task selection
1	<i>Reduce speed losses</i>	Manusia	Filling	210	PT	Penanganan tinggi
2	<i>Downtime losses</i>	Mesin	Filling	180	PS	Penanganan sedang
3	<i>Defect losses</i>	Mesin	Cupping	168	PS	Penanganan sedang
4	<i>Defect losses</i>	Mesin	Filling	140	PS	Penanganan sedang
5	<i>Downtime losses</i>	Mesin	Printing	90	PR	Penanganan rendah
6	<i>Reduce speed losses</i>	Mesin	Filling	84	PR	Penanganan rendah
7	<i>Defect losses</i>	Mesin	Labelling	36	PR	Penanganan rendah
8	<i>Idle and Minor Stoppage</i>	Fasilitas	Gudang Hantaran	32	PR	Penanganan rendah

(Sumber : Olah Data 2022)

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada Perumda Tirta Binangun kegagalan produk sebesar 944 botol pada bulan April 2021, 1.366 bulan Mei, 973 bulan Juni, 1.242 bulan Juli, 1.241 bulan Agustus, 1.366 bulan September, 1.874 bulan Oktober, 1.132 bulan November, 1.684 bulan Desember, 1.392 bulan Januari 2022, 1.536 bulan Februari dan 1.288 botol bulan Maret 2022 menghasilkan persentase OEE dengan rata-rata 87,48% sehingga dapat disimpulkan kegagalan masih dalam toleransi dan memiliki nilai produktivitas bagus karena lebih besar dari standart OEE yang ada yaitu 85% walaupun faktor *defct losses* menghasilkan rata-rata sebesar 98,23% atau lebih kecil dari standart yang ditentukan yaitu 99% namun untuk management Perumda Tirta Binangun persentase tersebut sudah cukup karena kebijakan perusahaan adalah maksimal *defect* sebesar 2% per bulan.

Analisis *Six Big Losses* untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi turunnya OEE didapat empat faktor terbesar yaitu *Reduce Speed Losses* yang memiliki persentase rata-rata 3,82% dengan frekuensi relatif 39,01%. Terbesar kedua adalah *Downtime Losses* memiliki persentase rata-rata 2,77 % dengan frekuensi relatif 28,31%, terbesar ketiga *Defect Losses* dengan persentase rata-rata 1,58 % dan frekuensi relatif 16,10%, terbesar ke empat adalah *Idle and Minor Stoppage* dengan persentase rata-rata 1,55 % dan frekuensi relatif 15,85% dan terbesar ke lima adalah *Setup and Adjustmmt Losss* dengan persentase rata-rata 0,07 % dan frekuensi relatif 0,74%

Analisis *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) yang didasarkan dari diskusi dengan supervisor produksi serta kepala cabang dan didapatkan empat nilai *Risk*

Priority Number (RPN) tertinggi dan tergolong *class* penanganan tinggi (PT) dan penanganan sedang (PS), tertinggi pertama adalah jenis *Reduce Speed Losses* komponen manusia proses *filling* dengan nilai RPN 210 *class* (PT) disebabkan oleh tidak stabilnya waktu proses menaikkan botol ke *conveyor* karena faktor kelelahan mengakibatkan jumlah produksi tidak sesuai target dikarenakan proses menaikkan botol ke *conveyor* masih manual dikakukan oleh 1 karyawan, tertinggi nomor dua jenis *Downtime Losses* komponen mesin proses *filling* dengan nilai RPN 180 *class* (PS) disebabkan oleh pegangan kepala botol terkena gesekan botol terus menerus yang mengakibatkan kendur dan mesin harus berhenti sesaat untuk dilakukan perbaikan penyekat kepala botol pada posisi semula dikarenakan pegangan kepala botol bergeser.

Tertinggi nomor tiga jenis *Defect Losses* komponen mesin proses *capping* dengan nilai RPN 168 *class* (PS) disebabkan oleh relay *directional control valve* kurang konsisten dan dinamo motor *cupping* berputar terus menerus hanya mengandalkan *pneumatically actuated piston* (PAP) yang mengakibatkan PAP telat terangkat dan segel tutup botol terbuka, nilai RPN tertinggi nomor empat masih dalam jenis *Defect Losses* komponen mesin proses *filling* dengan nilai RPN 140 *class* (PS) disebabkan oleh plat pemegang botol masih satuan di setiap *nozzle* jadi berpotensi mudah tergeser karena terkena gesekan botol terus menerus yang mengakibatkan botol tidak terisi air penuh dikarenakan botol tidak berada di bawah *nozzle* atau berubah tempat dari posisi yang ditentukan.

Saran

Berdasarkan pengolahan data menggunakan metode OEE dan dilakukan identifikasi menggunakan

metode FMEA maka saran yang dapat diberikan adalah Menambah 1 karyawan bagian menaikkan bahan baku ke *conveyor* dari yang sebelumnya hanya 1 karyawan, usulan perbaikan faktor manusia proses *filling* jenis kerugian *Reduce Speed Losses*. Dilakukan pengecekan berkala pada besi pemegang kepala botol setiap 1.000 botol dari yang sebelumnya hanya dilakukan pengecekan pada awal produksi, usulan perbaikan faktor mesin proses *filling* jenis kerugian *Downtime Losses*. Mengganti dengan digital time relay two timer pada *directional control valve* dari yang sebelumnya masih menggunakan relay putar dan menambahkan digital time relay two timer pada dinamo motor capping yang terintegrasi dengan sensor laser sehingga *timing* berputar capping dapat disesuaikan, usulan perbaikan faktor mesin proses *capping* jenis kerugian *Defect Losses*. Dilakukan pengecekan berkala pada besi pemegang kepala botol setiap 1.000 botol dari yang sebelumnya hanya dilakukan pengecekan pada awal produksi, usulan perbaikan faktor mesin proses *filling* jenis *Idle and Minor Stoppage*.

a. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penelitian ini. Terutama segenap civitas akademi Program Studi Teknik Industri Universitas Teknologi Yogyakarta.

b. Daftar Pustaka

- Al Rasyid, H., 2018. Peningkatan Nilai Overall Equipment Effectiveness pada Proses Pembuatan Kaca Cermin dengan Metode Fmea. *Oper. Excell.* 10, 47–64.
- Daman, A., Dewi Nusraningrum, 2020. Analysis of Overall Equipment Effectiveness (Oee) on Excavator Hitachi Ex2500-6. *Dinasti Int. J. Educ. Manag. Soc. Sci.* 1, 847–855. <https://doi.org/10.31933/dijemss.v1i6.463>
- Diniaty, D., 2017. Analisis Total Produktive Maintenance (Tpm) Pada Stasiun Kernel Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Di Pt. Surya Agrolika Reksa. *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.* 3, 66. <https://doi.org/10.24014/jti.v3i2.5561>
- Elisatriana, N., Amrina, U., Studi, P., Industri, T., Teknik, F., Buana, U.M., 2019. Menghitung efektifitas mesin XIII, 212–222.
- Fam, S.F., Ismail, N., Yanto, H., Prastyo, D.D., Lau, B.P., 2018. Lean manufacturing and overall equipment efficiency (OEE) in paper manufacturing and paper products industry. *J. Adv. Manuf. Technol.* 12, 461–474.
- Hamdy, M.I., Azizi, A., 2017. Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Ripple 3, 53–58.
- Hasanudin, M., 2020. Analisis Penerapan Total Productive Maintenance Menggunakan Overall Equipment Effectiveness dan Fuzzy Fmea Pada Mesin Extruder di PT Xyz Bogor 1, 53–58.
- Kameiswara, R.A., Sulistiyo, A.B., Wawan Gunawan, 2018. Analisa Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Mengurangi Six Big Losses Pada Cooling Pump Blower Plant PT. Pabrik Baja Terpadu. *J. InTent* 1, 67–78.
- Mukhlis, A., Ahlaq, S., Cahyadi, D., Handika, F.S., 2017. ANALISA PERAWATAN MESIN PULPER MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) Bulan Mar-16 Apr-16 May-16 Jun-16 Jul-16 Aug-16 Sep-16 Oct-16 Nov-16 Dec-16 Jan-17 Feb-17 Processed Jam Kerja Planed Loading Breakdown Reject Amount Mesin Downtime T 3, 49–54.
- Rachman, T., Nugraha, A.W., 2018. Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Perbaikan Proses Manufaktur Mesin Bead Grommet. *J. Inovisi* 14, 1–11.
- Rima Riyanti, Ulinnuha Latifa, Y.S., 2021. Multitek Indonesia : Jurnal Ilmiah 6223, 121–130.
- Riyanto, A., Rifky, M.I., 2019. Analisis Efektivitas Mesin-Mesin Pembuatan Produk Assp Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness Dan Fault Tree Analysis Di Pt. Xyz. *Ina. J. Ind. Qual. Eng.* 7, 31–39. <https://doi.org/10.34010/iqe.v7i2.1856>
- Rozak, a, Shadrina, a, Rimawan, E., 2019. Kaizenin world class automotive company with reduction of six big lossesin cylinder block machining line in Indonesia. *Int. J. Innov. ...* 4, 339–344.
- Septifani, R., Santoso, I., Pahlevi, Z., 2018. Analisis Risiko Produksi Frestea Menggunakan Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA) dan Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP) (Studi Kasus Di PT . Coca-Cola Bottling Indonesia Bandung Plant). *Pros. Semin. Nas. Penelit. Pengabd. Pada Masy.* 14–21.
- Sharma, K.D., Srivastava, S., 2018. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation: A Literature Review. *Copyr. J. Adv. Res. Aeronaut. Sp. Sci. J Adv Res Aero SpaceSci* 5, 2454–8669.
- Sukwadi, R., Wenehenubun, F., Wenehenubun, T.W., 2017. Pendekatan Fuzzy FMEA dalam Analisis Faktor Risiko Kecelakaan Kerja. *J. Rekayasa Sist. Ind.* 6, 29. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v6i1.2425.29-38>
- Suliantoro, H., Susanto, N., Prastawa, H., Sihombing, I., Mustikasari, A., 2017. Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Fault Tree Analysis (Fta) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng. *J@ti Undip J. Tek. Ind.* 12, 105. <https://doi.org/10.14710/jati.12.2.105-118>
- Sultoni, A., Saroso, D.S., 2019. Peningkatan nilai OEE pada mesin printing kaca film menggunakan metode FMEA dan TPM. *Oper. Excell. J. Appl. Ind. Eng.* 11, 131. <https://doi.org/10.22441/oe.v11.2.2019.022>
- Sutoni, A., Setyawan, W., Munandar, T., 2019. Total Productive Maintenance (TPM) Analysis on Lathe Machines using the Overall Equipment Effectiveness Method and Six Big Losses. *J. Phys. Conf. Ser.* 1179. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1179/1/012089>