

---

**ANALISIS PRODUKTIVITAS MESIN PEMBUATAN ASSP DENGAN METODE OVERAL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) PADA PT MERAPI MEDIKA SOLUSINDO**

Oleh

Suseno<sup>1</sup>, Angga Prasetya Aji<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Teknologi Yogyakarta

E-mail: <sup>1</sup>[Suseno@uty.ac.id](mailto:Suseno@uty.ac.id), <sup>2</sup>[Anggaprasetya447@gmail.com](mailto:Anggaprasetya447@gmail.com)

---

**Article History:**

Received: 02-12-2021

Revised: 18-01-2022

Accepted: 21-02-2022

**Keywords:**

Alat Suntik Sekali Pakai,  
Syringe, Produktivitas,  
Overall Equipment  
Effectiveness, Six Big  
Losses, Failure Mode And  
Effect Always.

**Abstract:** PT Merapi Medika Solusindo merupakan perusahaan produsen alat kesehatan yang berlokasi di Kalangan, Bangunjiwo, Kasihan, Bantul, Yogyakarta. Produk yang dihasilkan adalah Syringe ukuran 3 ml dengan merek dagang Telson, memiliki dua jenis syringe yaitu Auto Disable Syringe (ADS) dan Normal Syringe (NS). Permasalahan yang dihadapi adalah kegagalan produk jenis ADS sebanyak 8.446 periode Agustus, 6.745 periode September dan 3.968 periode Oktober. Metode yang digunakan dalam analisa adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure mode and Effect Always (FMEA). Berdasarkan pengolahan data didapatkan persentase OEE periode Agustus 88,74%, September 87,82% dan Oktober 89,48% sehingga dapat disimpulkan memiliki nilai OEE bagus karena lebih besar dari standart yaitu 85%. Analisa Six Big Losses didapat tiga faktor terbesar yaitu Reduce Speed Losses (RSL) memiliki persentase rata-rata 3,99% dengan frekuensi relatif 47,35%. Terbesar kedua Downtime Losses (DL) memiliki persentase rata-rata 2,81 % dengan frekuensi relatif 33,28% dan terbesar ketiga Idle and Minor Stoppage (IMS) dengan persentase rata-rata 1,36 % dan frekuensi relatif 16,17%. Hasil analisa FMEA didapat Risk Priority Number (RPN) tertinggi pertama jenis RSL komponen mesin proses printing dengan nilai 448 penyebab kegagalan blade aus dan pigmen cepat mengental. Kedua RSL komponen manusia proses printing nilai RPN 382 penyebab kegagalan kurangnya operator. Ketiga DL komponen manusia proses assembly nilai RPN 315 penyebab kegagalan kurangnya operator. Usulan yang didapat adalah menambah 1 blade dan menambahkan 1 heater tampungan pigmen, menambah 1 operator mesin printing, menambah 1 operator assembly, menambahkan sensor laser pada tampungan (BIN) barrel dan plunger, menambahkan silicon spray otomatis molding Plunger dan Barrel.

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur semakin meningkat dari tahun ke tahun, hal ini membuat persaingan dalam industri manufaktur semakin pesat. Perusahaan perlu melakukan perbaikan dari segi peralatan dan mesin dengan cara meningkatkan efektifitas mesin atau peralatan yang ada secara optimal. Mesin atau peralatan yang digunakan harus dalam kondisi baik agar dapat bekerja secara optimal. Pengusaha harus mencari cara agar proses produksi berjalan efektif agar produksi yang dihasilkan dapat maksimal. Jika mesin digunakan untuk bekerja secara efektif maka produktivitas perusahaan dapat meningkat dan dapat membantu perusahaan untuk memenangkan persaingan bisnis dengan perusahaan pesaing.

PT Merapi Medika Solusindo adalah perusahaan yang bergerak dibidang alat kesehatan yang berlokasi di Kalangan, Bangunjiwo, Kec. Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Produk yang dihasilkan perusahaan ini adalah Syringe atau Suntik Medis dengan ukuran 3 ml. Proses produksi yang dilakukan di PT Merapi Medika Solusindo adalah mengolah biji plastik hingga menjadi produk jadi suntik medis namun untuk gasket atau karet dan needles atau jarum suntik masih impor. Produk jadi alat suntik adalah Auto Disable Syringes (ADS) yaitu suntik yang akan patah dalam sekali pakai dan Normal Syringe (NS) yaitu suntik medis biasa yang bisa digunakan berulang. Proses produksi alat suntik memiliki enam proses yang terdiri dari mixing, moulding plunger, molding barrel, printing, assembly dan blister.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah ukuran komprehensif yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin atau peralatan dan kinerja teoretisnya. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu ditingkatkan produktivitasnya, efisiensi mesin atau peralatan dan juga dapat menunjukkan area bottleneck di lini produksi. Menurut (Rozak et al., 2019) OEE adalah alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara-cara yang tepat untuk memastikan peningkatan produktivitas dalam penggunaan mesin atau peralatan. Menurut (Daman & Dewi Nusraningrum, 2020) 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 Always (FMEA) adalah prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber dan akar penyebab masalah kualitas. Menurut (Rachman & Nugraha, 2018) 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 dan 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 dengan prioritas tertinggi. FMEA menentukan prioritas risiko mode kegagalan melalui prioritas risiko atau Risk Priority Number (RPN) yang merupakan produk dari kejadian (O), keparahan (S) dan deteksi kegagalan (D). ( $RPN = O * S * D$ ). (Sharma &

Srivastava, 2018)

Proses produksi suntik medis jenis ADS dalam tiga bulan terakhir mengalami kegagalan produk sebanyak 8.446 pada bulan agustus, 6.745 September dan 3.968 bulan oktober, untuk itu dilakukan analisa untuk mengidentifikasi apakah nilai kegagalan tersebut masih dalam ambang batas nilai OEE menggunakan metode OEE dan FMEA, setelah dihitung nilai OEE maka dilakukan analisa Six Big Losses dan dilakukan identifikasi kegagalan terbesar (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 menggunakan FMEA dengan tujuan untuk meningkatkan nilai OEE. Judul "Analisis Produktivitas Mesin Pembuatan ASSP Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Failure Mode And Effect Always (FMEA) Pada PT Merapi Medika Solusindo"

## LANDASAN TEORI

Total Productive Maintenance merupakan konsep pemeliharaan yang melibatkan seluruh karyawan. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mencapai efektivitas dalam sistem produksi melalui kerjasama dan kegiatan pemeliharaan produktif, menurut (Mukhlis et al., 2017) TPM adalah metode yang berfokus pada peningkatan fungsi dan peralatan proses produksi. TPM harus melibatkan seluruh elemen dalam suatu perusahaan dan fokus pada kegiatan yang telah mereka rencanakan, salah satunya dengan menggunakan metode efektivitas peralatan secara keseluruhan. (Riyanto & Rifky, 2019)

### Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah metrik yang berfokus pada seberapa efektif suatu operasi dilakukan. Perhitungan tersebut bertujuan untuk mengetahui efektifitas dan kinerja suatu mesin atau proses produksi. Dengan menghitung OEE dapat diketahui bahwa ada tiga komponen penting yang mempengaruhi efektifitas mesin, yaitu availability rate atau ketersediaan mesin, performance rate atau efisiensi produksi, dan quality rate atau kualitas keluaran mesin.

OEE memiliki nilai minimal 85%, dengan komposisi sebagai berikut.

1. Availability rate > 90%
2. Performance rate > 95%
3. Quality rate > 99 %

Menurut untuk mengetahui nilai OEE maka harus dihitung terlebih dahulu nilai dari availability, performance.  $OEE = Availability \times Performance \text{ Rate} \times Quality \text{ Rate} (\%)$ .

### Six Big Losses

Menurut Six Big Losses merupakan 6 kerugian besar yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan, sedangkan menurut 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 terdiri dari Breakdown Loss, Setup dan adjustment stoppage, Idling dan minor stoppages, Reduced speed, Process defect, Reduced yield losses.

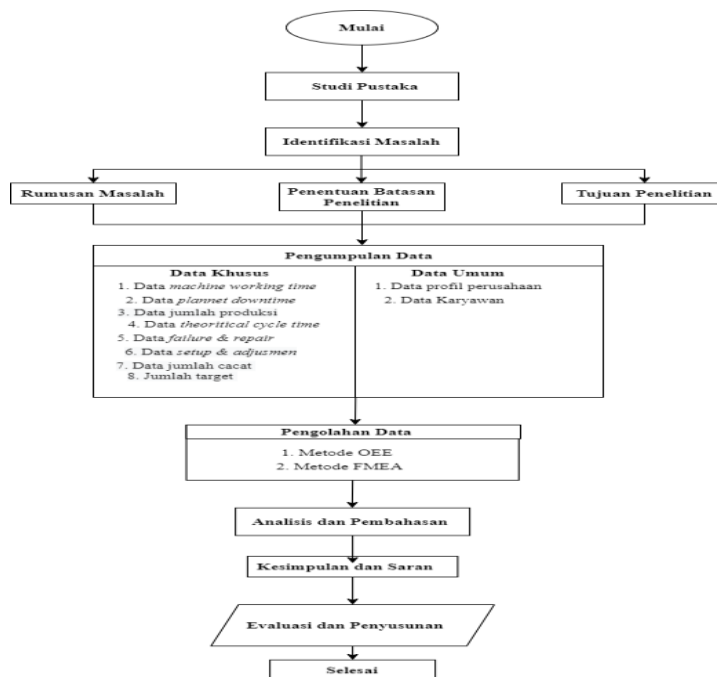
### Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dapat digambarkan sebagai kelompok kegiatan yang dirancang untuk mengenali dan menilai potensi kegagalan produk atau proses

dan dampaknya selain itu digunakan untuk mengidentifikasi tindakan yang dapat menghilangkan atau meminimalkan potensi kegagalan potensial, hal ini melengkapi proses penentuan desain atau proses apa yang harus dilakukan untuk memuaskan pelanggan dikarenakan kecenderungan umum industri untuk terus meningkatkan produk dan proses bila memungkinkan. Menurut 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. Evaluasi kegagalan proses dilakukan dengan menggunakan tiga indikator, yaitu Severity (S), Occurrence (O) serta Detection (D) untuk menghasilkan nilai Risk Priority Number (RPN).

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan untuk menyusun laporan penelitian pada PT Merapi Medika Solusido seperti yang ditunjukkan pada diagram alir :



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

(Sumber : Olah Data, 2021)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan pada saat sebagian atau seluruh data yang diperlukan telah terkumpul, kemudian dilakukan pengolahan data sesuai dengan metode yang akan diterapkan. Pengolahan data dilakukan menggunakan OEE untuk mencari nilai Six Big Losses dan dilanjutkan identifikasi menggunakan metode FMEA untuk mencari ranking RPN dan usulan perbaikan dengan langkah- langkah sebagai berikut:

### Perhitungan OEE

Untuk mengetahui nilai OEE maka harus dihitung terlebih dahulu nilai dari availability,

performance dan quality ratio.  
Perhitungan OEE Periode Agustus  
**Availability Rate**

**Tabel 1 Availability Rate Periode Agustus**

Agustus									
Availability Rate									
PERIOD	MESIN	MACHINE WORKING TIME (MIN)	PLANNED DOWNTIME (MIN)	LOADING TIME (MIN)	FAILURE & REPAIR (MIN)	SET UP & ADJUSTMENT (MIN)	OPERATION TIME	AVAILABILITY RATE (%)	
22	Molding Plunger	10560	440	10120	522	440	9158	90,49%	
22	Molding Barrel	10560	440	10120	383	440	9297	91,87%	
22	Printing	10560	440	10120	213	220	9687	95,72%	
22	Assembling	10560	440	10120	296	550	9274	91,64%	
22	Blister	10560	440	10120	280	550	9290	91,80%	
				50600	1694	2200	46706	92,30%	

(Sumber : Olah Data, 2021)

- Machine Working Times**  
Machine working time = (Jam kerja mesin × 60menit × Periode)  
= 8×60×22  
= 10.560
- Loading Time**  
Loading time = machine working time – planned downtime  
= 10560-4  
= 10.120
- Operation Time**  
Operation time = loading time – failure & repair – setup & adjustment  
= 10120-522-420  
= 9.158
- Availability**  
Availability = (Loading time-downtime)/(Loading time) ×100%  
= (10,120-522-420)/10.120 ×100%  
= 90.49%

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai Availability Rate periode Agustus dari molding plunger adalah 90,49%, molding barrel 91,87%, printing 95,72%, assembling 91,64% dan blister 91,80% dengan nilai rata-rata 92,30%.

**Performance Efficiency**

**Tabel 2 Performance Efficiency Periode Agustus**

Performance efficiency									
PERIOD	MESIN	OPERATION TIME	JUMLAH PRODUKSI (UNIT)	THEORETICAL CYCLE TIME (MIN)	ACTUAL CYCLE TIME (MIN)	OPERATING SPEED RATE (%)	NET OPERATING RATE	PERFORMANCE EFFICIENCY	
22	Molding Plunger	9158	1283788	0,006933333	0,007133577	97,19%	100%	97%	
22	Molding Barrel	9297	858.000	0,019416667	0,019835664	96,13%	100%	96%	
22	Printing	9687	1804000	0,005	0,005369734	93,11%	100%	93%	
22	Assembling	9274	1817992	0,005	0,005101233	98,02%	100%	98%	
22	Blister	9290	181610	0,05	0,051153571	97,74%	100%	98%	
			5945390	0,07735	0,079593778			96%	

(Sumber : Olah Data, 2021)

- Actual Cycle Time** =  $\frac{\text{Operation time}}{\text{Output proses}}$   
=  $\frac{9.158}{1.283.788}$   
= 0,007133577
- Operating Speed Rate**  
Operating speed rate =  $\frac{\text{Theoretical cycle time}}{\text{Actual cycle time}} \times 100\%$   
=  $\frac{0,006933333}{0,007133577} \times 100\%$   
= 97.19%
- Net operating rate** =  $\frac{\text{Jumlah produksi x Actual processing time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$   
=  $\frac{1.283.788 \times 0,007133577}{9.158} \times 100\%$

$$= 100\%$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ Performance Efficiency} &= \text{Net operation rate} \times \text{operating speed rate} \\ &= 97.19\% \times 100\% \\ &= 97\% \end{aligned}$$

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai *Performance Efficiency Rate* periode Agustus dari molding plunger adalah 97%, molding barrel 96%, printing 93%, assembling 98% dan blister 98% dengan nilai rata-rata 96%.

### Rate of Quality Product

Tabel 3 Rate of Quality Periode Agustus

Rate of Quality					
PERIOD	Mesin	JUMLAH PRODUKSI (UNIT)	JUMLAH CACAT (UNIT)	PRODUK OK	RATE OF QUALITY PRODUCT (%)
22	Molding Plunger	1283788	1551	1282237	99,88%
22	Molding Barrel	858.000	1406	856594	99,84%
22	Printing	1804000	1228	1802772	99,93%
22	Asembling	1817992	2627	1815365	99,86%
22	Blister	181610	1634	179976	99,10%
		5945390	8446		99,72%

(Sumber : Olah Data, 2021)

$$\begin{aligned} \text{Rate of Quality Product} &= \frac{\text{Jumlah produksi-reject}}{\text{Jumlah produksi}} \times 100\% \\ &= \frac{1.283.788 - 1551}{1.283.788} \times 100\% \\ &= \frac{1.282.237}{1.283.788} \times 100\% \\ &= 99,88\% \end{aligned}$$

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai Rate of Quality Product periode Agustus dari molding plunger adalah 99,88%, molding barrel 99,84%, printing 99,93%, assembling 99,86% dan blister 99,10% dengan nilai rata-rata 99,72%.

### Overall Equipment Effectiveness

Tabel 4 Overall Equipment Effectiveness Periode Agustus

Overall Equipment Effectiveness				
MESIN	AVAIBILITY RATIO	PERFORMANCE RATIO	QUALITY RATE	OEE
Molding Plunger	90,49%	97%	99,88%	87,85%
Molding Barrel	91,87%	96%	99,84%	88,17%
Printing	95,72%	93%	99,93%	89,07%
Asembling	91,64%	98%	99,86%	89,69%
Blister	91,80%	98%	99,10%	88,92%
AVERAGE	92,30%	96%	99,72%	88,74%

(Sumber : Olah Data, 2021)

$$\begin{aligned} OEE &= \text{availability ratio} \times \text{performance ratio} \times \text{quality rate} \\ &= 90,49\% \times 97\% \times 99,88\% \\ &= 87,85\% \end{aligned}$$

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* periode Agustus dari molding plunger adalah 87,85%, molding barrel 88,17%, printing 89,07%, assembling 89,69% dan blister 88,92% dengan nilai rata-rata 88,74%.

### Perhitungan OEE Periode September

Tabel 5. OEE periode September

Overall Equipment Effectiveness				
MESIN	AVAIBILITY RATIO	PERFORMANCE RATIO	QUALITY RATE	OEE
Molding Plunger	92,61%	95,36%	99,90%	88,22%
Molding Barrel	93,01%	93,49%	99,85%	86,82%
Printing	94,02%	93,64%	99,94%	87,99%
Asembling	91,45%	95,65%	99,91%	87,40%
Blister	90,50%	98,82%	99,15%	88,67%
AVERAGE	92,32%	95,39%	99,75%	87,82%

(Sumber : Olah Data, 2021)



Dari tabel diatas dapat diketahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* periode September dari molding plunger adalah 88,22%, molding barrel 86,82%, printing 87,99%, assembling 87,40% dan blister 88,67% dengan nilai rata-rata 87,82%.

### Perhitungan OEE Periode Oktober

Tabel 6. OEE periode Oktober

Overall Equipment Effectiveness				
MESIN	AVAILABILITY RATIO	PERFORMANCE RATIO	QUALITY RATE	OEE
Molding Plunger	94,04%	95,45%	99,92%	89,68%
Molding Barrel	94,07%	96,13%	99,91%	90,35%
Printing	96,34%	93,87%	99,96%	90,40%
Asembling	92,72%	95,91%	99,96%	88,89%
Blister	92,80%	95,30%	99,57%	88,05%
<b>AVERAGE</b>	<b>93,99%</b>	<b>95,33%</b>	<b>99,86%</b>	<b>89,48%</b>

(Sumber : Olah Data, 2021)

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* periode Oktober dari molding plunger adalah 89,68%, molding barrel 90,35%, printing 90,40%, assembling 88,89% dan blister 88,05% dengan nilai rata-rata 89,48%.

### Perhitungan Six Big Losses

*Six Big Losses* merupakan 6 kerugian besar yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan <sup>1</sup>

#### 1. Downtime Losses

*Downtime losses* merupakan kerugian yang diakibatkan karena kerusakan mesin dan peralatan secara mendadak sehingga proses produksi terhenti.

Tabel 7. Downtime Losses

DOWNTIME LOSSES (%)			
BULAN	FAILURE & REPAIR	LOADING TIME	DOWNTIME LOSSES (%)
OKTOBER	802	48300	1,66%
SEPTEMBER	1686	50600	3,33%
AGUSTUS	1735	50600	3,43%
<b>Rata-rata</b>	<b>4223,353472</b>	<b>149500</b>	<b>2,81%</b>

(Sumber : Olah Data, 2021)

$$\begin{aligned} \text{Downtime Losses} &= \frac{\text{Failure and Repair}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{802}{48.300} \times 100\% \\ &= 1,66\% \end{aligned}$$

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai Downtime Losses periode Agustus adalah 3,43 %, periode September 3,33 % dan periode Oktober adalah 1,66 % dengan nilai rata-rata 2,81%.

#### 2. Setup and Adjustment Losses

*Setup and Adjustment Losses* merupakan kerugian yang disebabkan hilangnya waktu untuk melakukan set up mesin atau peralatan yang terlalu lama.

Tabel 8. Setup and Adjustment Losses

SETUP AND ADJUSTMENT LOSSES			
BULAN	SET UP MESIN (jam)	LOADING TIME	SET UP LOSSES (%)
OKTOBER	35	48300	0,07%
SEPTEMBER	36,66666667	50600	0,07%
AGUSTUS	36,66666667	50600	0,07%
<b>Rata-rata</b>	<b>108,3333333</b>	<b>149500</b>	<b>0,07%</b>

(Sumber : Olah Data, 2021)

$$\begin{aligned} \text{Setup and Adjustment Losses} &= \frac{\text{Set up mesin (jam)}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{35}{48300} \times 100\% \end{aligned}$$

<sup>1</sup> Kameiswara, Sulistiyo, and Wawan Gunawan, "Analisa Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Mengurangi Six Big Losses Pada Cooling Pump Blower Plant PT. Pabrik Baja Terpadu."

$$= 0,07\%$$

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai *Setup and Adjustment Losses* periode Agustus adalah 0,07 %, periode September 0,07 % dan periode Oktober adalah 0,07 % dengan nilai rata-rata 0,07 %.

### 3. Idle and Minor Stoppage (IMS)

*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.

Tabel 9. *Idle and Minor Stoppage* (IMS)

IDLE AND MINOR STOPPAGE (IMS)						
BULAN	PROSES	TARGET	JUMLAH PRODUKSI	THEORETICAL CYCLE TIME	LOADING TIME	IMS
OKTOBER	MOLDING PLUNGER	1201050	1250529	0,006933333	9660	0,76%
	MOLDING BARREL	80000	838635	0,010416667	9660	0,15%
	PRINTING	1751400	1747200	0,005	9660	0,22%
	ASSEMBLY	1723050	1718115	0,005	9660	0,26%
	BLISTER	112990	110856	0,005	9660	0,59%
SEPTEMBER	MOLDING PLUNGER	1208000	1288980	0,006933333	10120	0,62%
	MOLDING BARREL	858000	844800	0,010416667	10120	1,36%
	PRINTING	1804000	1782000	0,005	10120	1,09%
	ASSEMBLY	1730000	1720560	0,005	10120	1,11%
	BLISTER	188980	181016	0,005	10120	3,93%
AGUSTUS	MOLDING PLUNGER	1300200	1283788	0,006933333	10120	1,12%
	MOLDING BARREL	878900	858000	0,010416667	10120	2,15%
	PRINTING	1825500	1804000	0,005	10120	1,07%
	ASSEMBLY	1873300	1817992	0,005	10120	2,73%
	BLISTER	188320	181610	0,005	10120	3,32%
RATA-RATA						1,36%

(Sumber : Olah Data, 2021)

*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.

$$IMS = \frac{(\text{Jumlah Target} - \text{Jumlah Produksi}) \times \text{Theoretical Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(1.261.050 - 1.250.529) \times 0,006933333}{9.660} \times 100\%$$

$$= 0,76\%$$

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai rata-rata *Idle and Minor Stoppage* (IMS) periode Agustus, September dan Oktober adalah 1,36 %.

### 4. Reduce Speed Losses (RSL)

*Reduce Speed Losses* (RSL) merupakan kerugian yang terjadi karena penurunan kecepatan mesin sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan normal.

Tabel 10. *Reduce Speed Losses* (RSL)

REDUCE SPEED LOSSES						
BULAN	PROSES	ACTUAL CYCLE TIME	THEORETICAL CYCLE TIME	TOTAL ACTUAL PROSES/PRODUKSI	LOADING TIME	RSL
OKTOBER	MOLDING PLUNGER	0,007264126	0,006933333	1250529	9660	4,28%
	MOLDING BARREL	0,010835465	0,010416667	838635	9660	3,64%
	PRINTING	0,005132336	0,005	1747200	9660	5,90%
	ASSEMBLY	0,005132372	0,005	1718115	9660	3,79%
	BLISTER	0,052465234	0,005	110856	9660	4,30%
SEPTEMBER	MOLDING PLUNGER	0,007270865	0,006933333	1288980	10120	4,20%
	MOLDING BARREL	0,01142852	0,010416667	844800	10120	6,08%
	PRINTING	0,005389506	0,005	1782000	10120	5,58%
	ASSEMBLY	0,005227216	0,005	1720560	10120	3,97%
	BLISTER	0,05059733	0,005	181016	10120	1,07%
AGUSTUS	MOLDING PLUNGER	0,007135577	0,006933333	1283788	10120	2,54%
	MOLDING BARREL	0,010835664	0,010416667	858000	10120	3,50%
	PRINTING	0,005369734	0,005	1804000	10120	6,59%
	ASSEMBLY	0,005101233	0,005	1817992	10120	1,83%
	BLISTER	0,051153571	0,005	181610	10120	2,07%
RATA-RATA						3,99%

(Sumber : Olah Data, 2021)

*Reduce Speed Losses* (RSL) merupakan kerugian yang terjadi karena penurunan kecepatan mesin sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan normal.

$$RSL = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Theoretical Cycle Time}) \times \text{Total Produk}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(0,007264126 - 0,006933333) \times 1.250.529}{9.660} \times 100\%$$

$$= 4,28\%$$



Dari tabel diatas dapat diketahui nilai rata-rata *Reduce Speed Losses* periode Agustus, September dan Oktober adalah 3,99 %.

### 5. Defect Losses

*Defect Losses* merupakan kerugian yang disebabkan karena hasil produksi tersebut memiliki kekurangan (cacat) setelah keluar dari proses produksi.

Tabel 11. *Defect Losses*

BULAN	PROSES	TOTAL REJECT	DEFECT LOSSES		
			THEORITICAL CYCLE TIME	LOADING TIME	DEFECT LOSSES
OKTOBER	MOLDING PLUNGER	983	0,006933333	9660	0,07%
	MOLDING BARREL	759	0,010416667	9660	0,08%
	PRINTING	767	0,005	9660	0,04%
	ASSEMBLY	724	0,005	9660	0,04%
	BLISTER	735	0,05	9660	0,38%
SEPTEMBER	MOLDING PLUNGER	1346	0,006933333	10120	0,09%
	MOLDING BARREL	1307	0,010416667	10120	0,13%
	PRINTING	1022	0,005	10120	0,05%
	ASSEMBLY	1528	0,005	10120	0,08%
	BLISTER	1542	0,05	10120	0,76%
AGUSTUS	MOLDING PLUNGER	1551	0,006933333	10120	0,11%
	MOLDING BARREL	1406	0,010416667	10120	0,14%
	PRINTING	1228	0,005	10120	0,06%
	ASSEMBLY	2627	0,005	10120	0,13%
	BLISTER	1634	0,05	10120	0,81%
RATA-RATA					0,20%

(Sumber : Olah Data, 2021)

*Defect Losses* merupakan kerugian yang disebabkan karena hasil produksi tersebut memiliki kekurangan (cacat) setelah keluar dari proses produksi.

$$\begin{aligned} \text{Defect Losses} &= \frac{(\text{Total Reject} \times \text{Theoretical Cycle Time})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{(983 \times 0,006933333)}{9.660} \times 100\% \\ &= 0,07\% \end{aligned}$$

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai rata-rata *Defect Losses* periode Agustus, September dan Oktober adalah 0,20 %.

### 6. 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.

Tabel 12. *Reduce Yield Losses*

BULAN	WAKTU SIKLUS IDEAL	REDUCED YIELD LOSSES		
		CACAT AWAL PRODUKSI	LOADING TIME	REDUCE YIELD LPSES (%)
OKTOBER	-	-	-	-
SEPTEMBER	-	-	-	-
AGUSTUS	-	-	-	-
Rata-rata				

(Sumber : Olah Data, 2021)

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

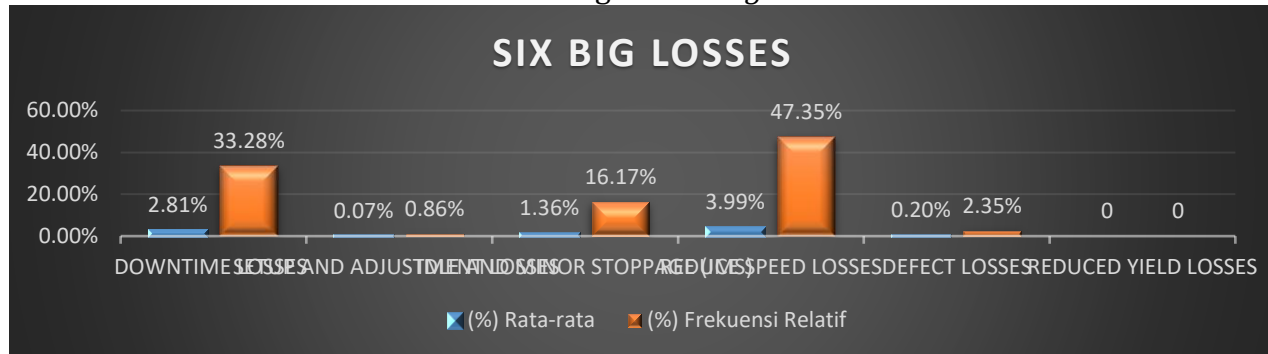
Pada penelitian ini bagian *Reduce Yield Losses* tidak dapat dihitung dikarenakan tidak tersedianya data mengenai jumlah cacat awal produksi, data cacat awal produksi menjadi satu dalam data cacat proses produksi.

### Persentase Faktor Six Bix Losses

Tabel 13. Persentase Faktor *Six Big Losses*

SIX BIG LOSSES	PERSENTASE FAKTOR SIX BIG LOSSES		
	PERSENTASE RATA-RATA (%)	FREKUENSI RELATIF (%)	AKUMULASI (%)
DOWNTIME LOSSES	2,81%	33,28%	33,28%
SETUP AND ADJUSTMENT LOSSES	0,07%	0,86%	34,13%
IDLE AND MINOR STOPPAGE (IMS)	1,36%	16,17%	50,30%
REDUCE SPEED LOSSES	3,99%	47,35%	97,65%
DEFECT LOSSES	0,20%	2,35%	100,00%
REDUCED YIELD LOSSES	0	0	100,00%
	8,44%	100,00%	

(Sumber : Olah Data, 2021)

Tabel 14. Diagram *Six Big Losses*

(Sumber : Olah Data, 2021)

Dapat diketahui persentase faktor six big losses terbesar yaitu faktor Reduce Speed Losses yang memiliki persentase rata-rata 3,99% dengan frekuensi relatif 47,35%. Terbesar kedua adalah faktor Downtime Losses memiliki persentase rata-rata 2,81 % dengan frekuensi relatif 33,28% . Terbesar ketiga adalah Idle and Minor Stoppage dengan persentase rata-rata 1,36 % dan frekuensi relatif 16,17%. Terbesar keempat adalah Defect Losses dengan persentase rata-rata 0,20 % dan frekuensi relatif 2,35 % selanjutnya faktor Setup and Adjustment Losses dengan persentase rata-rata 0,07 % dan frekuensi relatif 0,86 %

#### Identifikasi FMEA

Hasil analisis Six Big Losses dilakukan identifikasi menggunakan tiga indikator, yaitu Severity (S), Occurrence (O) serta Detection (D) untuk menghasilkan RPN. Pada penelitian ini angka pembobotan yang digunakan pada FMEA diperoleh dari observasi dan diskusi dengan pihak terkait di perusahaan yaitu kepala produksi dan engineering.

#### Skala Severity

Nilai rating Severity 1 sampai 10.

Tabel 15. Tingkat Severity

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 danm pekerja menyadari adanya masalah
2	Tidak terdapat efek dan pekerja tidak menyadari adanya masalah
1	Tidak ada efek

(Sumber : Olah Data, 2021)

#### Skala Occurrence

Occurrence yaitu tingkat keseringan terjadinya kerusakan atau kegagalan. Nilai rating Occurrence antara 1 sampai 10. Nilai 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi memiliki

kumulatif yang tinggi atau sangat sering terjadi.

Tabel 16. Skala *Occurrence*

Rating	Probability of Occurrence
10	Lebih besar dari 3000 pcs per 480 jam penggunaan
9	Lebih besar dari 2500 - 3000 per 480jam penggunaan
8	Lebih besar dari 2000 - 2500 per 480 jam penggunaan
7	Lebih besar dari 1500 - 2000 per 480 jam penggunaan
6	Lebih besar dari 1300 - 1500 per 480 jam penggunaan
5	Lebih besar dari 1100 - 1300 per 480 jam penggunaan
4	Lebih besar dari 900 - 1100 per 480 jam penggunaan
3	Lebih besar dari 750 - 900 per 480 jam penggunaan
2	Lebih kecil dari 500 per 480 jam penggunaan
1	Tidak pernah sama sekali

(Sumber : Olah Data, 2021)

### Tingkat *Detection*

*Detection* yaitu pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi dengan mempertimbangkan kemungkinan deteksi mode kegagalan atau penyebab sesuai dengan kriteria yang ditetapkan.

Tabel 17. Tingkat *Detection*

Rating	<i>Detection Design Control</i>
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, 2021)

### Analisa *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Faktor FMEA didasarkan dari gagasan brainstorming dengan pelaksanaan tema yang digunakan sesuai hasil six big losses atau dengan tema mesin dan proses yang bermasalah. Selanjutnya disiapkan peserta dan fasilitator meliputi ketua, notulen dan lima operator terkait mesin yang bermasalah selanjutnya dilakukan curah gagasan atau *brainstorming* dengan tanpa kritik dan di dokumentasikan dalam catatan yang selanjutnya ide-ide yang didapat akan dievaluasi. Faktor-faktor yang didapat selanjutnya dilakukan analisa dengan rumus  $S \times O \times D$  untuk mencari nilai dan ranking nilai RPN (Risk Priority Number).

Tabel 18. Analisa FMEA Reduce Speed Losses

Jenis Kerugian	Komponen/ Proses	Identifikasi jenis kegagalan yang terjadi	Identifikasi akibat dari kegagalan.	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol	D	RPN
<i>Reduce Speed Losses</i>	Manusia/ Printing	Set up mesin terkadang lama dikarenakan banyak hal yang harus dipersiapkan pada proses ini (pencampuran pigmen, pembersihan head, blade, pembersihan tampungan pigmen dan setting kerapatan)	Jumlah produksi tidak sesuai target	7	Kurangnya operator	7	Menambah 1 operator di mesin printing barrel dari yang sebelumnya 1 operator.	8	382
	Mesin/ Printing	Konsistensi mesin printing kurang	Hasil printer terkadang luber dan bergaris.	7	Blade aus yang mengakibatkan head luber dan pigmen terlalu cepat mengental	8	Menambah 1 blade sebagai pendukung fungsi blade utama dan menambahkan 1 heater pada tampungan pigmen agar kekentalan pigmen selalu terjaga.	8	448

(Sumber : Olah Data, 2021)

Tabel 19. Analisa FMEA 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>	Manusia/ Assembly	Bahan baku tergecet dan ikut dalam proses assembly atau bahan baku tersangkut pada jalur masuk mesin assembly	Produk suntik yang tergecet dan ikut masuk proses assembly penanganannya harus menghentikan mesin dan mengambil produk tersebut, jika tidak akan mengakibatkan produk diurutan belakangnya ikut rusak	9	Kurangnya operator untuk mengontrol (kecepatan) putaran mesin spiral peluncur bahan baku yang berfungsi memutar bahan baku secara spiral dari conveyor menuju jalur assembly sehingga terkadang bahan baku yang berada di jalur peluncur terlalu padat	7	Menambah 1 operator assembly yang sebelumnya hanya 2 operator.	5	315

(Sumber : Olah Data, 2021)

Tabel 20. Analisa FMEA Idle and Minor Stoppage

Jenis Kerugian	Komponen/ Proses	Identifikasi jenis kegagalan yang terjadi	Identifikasi akibat dari kegagalan.	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol	D	RPN
----------------	------------------	---	-------------------------------------	---	--------------------	---	---------	---	-----

Idle and Minor Stoppage	Mesin/ Mesin Printing dan Assembly	Kehabisan bahan baku pada tampungan bahan baku (BIN) conveyor.	Bahan baku yang berjalan pada jalur yang terhubung ke mesin akan mengalami kekosongan sesaat	10	Belum adanya sensor yang berfungsi mendeteksi jumlah bahan baku yang tersedia pada BIN conveyor.	3	Memodifikasi dengan menambahkan sensor laser yang terintegrasi dengan alarm. Laser dipasang pada samping BIN dengan ketinggian 25% dari dasar.	4	120
	Mesin/ Mesin molding plunger dan barrel.	Mesin berhenti sesaat untuk dilakukan penyemprotan silicon pada mold molding.	Berkurangnya waktu produksi.	10	Penyemprotan silicon pada mold molding plunger dan barrel masih manual dilakukan oleh operator	2	Menambahkan silicon spray otomatis yang dapat diatur timing penyemprotan yang terintegrasi dengan sensor penghitung gerak molding dan sensor laser yang dapat membaca mold kondisi terbuka (mold belakang dalam posisi bebas).	5	100

(Sumber : Olah Data, 2021)

Hasil analisa kegagalan berdasarkan metode FMEA dengan menggunakan tiga indicator yaitu Severity, Occurrence dan Detection didapatkan nilai RPN (Risk Priority Number) tertinggi pertama adalah jenis Reduce Speed Losses komponen mesin proses printing dengan nilai 448, tertinggi kedua masih dalam jenis Reduce Speed Losses komponen manusia pada proses printing dengan nilai RPN 382. Nilai RPN tertinggi ketiga adalah jenis Downtime Losses komponen manusia pada proses assembly dengan nilai RPN 315. Nilai RPN tertinggi keempat adalah jenis Idle and Minor Stoppage komponen mesin proses printing dan assembly dengan nilai RPN 120 dan nilai RPN kelima masih dalam jenis Idle and Minor Stoppage dengan komponen mesin proses molding plunger dan molding barrel dengan nilai RPN 100.

### Perangkingan Nilai RPN

Tabel 21. Task Selection RPN

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, 2021)

Tabel 22. Risk Priority Number (RPN)

No Priority	Jenis	Komponen	Proses	Nilai RPN	Class	Task Selection
1	Reduce Speed Losses	Mesin	Printing	448	PA	Penanganan agresif
2	Reduce Speed Losses	Manusia	Printing	382	PT	Penanganan tinggi
3	Downtime Losses	Manusia	Assembly	315	PT	Penanganan tinggi

4	<i>Idle and Minor Stoppage</i>	Mesin	Printing dan assembly	120	PS	Penanganan sedang
5	<i>Idle and Minor Stoppage</i>	Mesin	Molding plunger dan molding barrel	100	PS	Penanganan sedang

(Sumber : Olah Data, 2021)

Nilai RPN diperhitungkan untuk ketiga aspek dengan tujuan menentukan nilai RPN bagi masing masing aspek dan aspek mana yang tingkat kekritisannya tertinggi. Modus kegagalan yang memiliki RPN tertinggi harus diberi prioritas tertinggi untuk tindakan korektif.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada PT Merapi Medika Solusindo kegagalan produk periode Agustus dengan jumlah cacat produksi dari keseluruhan proses 8.446 menghasilkan nilai overall equipment effectiveness (OEE) sebesar 88,74%, periode September dengan jumlah 6.745 menghasilkan nilai OEE 87,82% dan periode Oktober dengan jumlah 3.968 menghasilkan nilai OEE 89,48% sehingga dapat disimpulkan kegagalan masih dalam toleransi dan nilai OEE PT Merapi Medika Solusindo bagus karena memiliki nilai lebih besar dari standart OEE yang ada yaitu 85%. Analisa Six Big Losses untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi turunnya OEE didapat tiga faktor terbesar yaitu Reduce Speed Losses yang memiliki persentase rata-rata 3,99% dengan frekuensi relatif 47,35%.

Terbesar kedua adalah Downtime Losses memiliki persentase rata-rata 2,81 % dengan frekuensi relatif 33,28% dan terbesar ketiga adalah Idle and Minor Stoppage dengan persentase rata-rata 1,36 % dan frekuensi relatif 16,17%. Analisa selanjutnya adalah Failure Mode Effect Analysis (FMEA) yang didasarkan dari brainstorming dengan supervisor produksi dan didapat nilai RPN tertinggi pertama adalah jenis Reduce Speed Losses komponen mesin proses printing dengan nilai 448 class (PA) penyebab kegagalan blade aus yang mengakibatkan head luber, bergaris dan pigmen terlalu cepat mengental yang disebabkan belum adanya heater pada tampungan pigmen, tertinggi kedua masih dalam jenis Reduce Speed Losses komponen manusia proses printing dengan nilai RPN 382 class (PT) penyebab kegagalan kurangnya operator dikarenakan banyak hal yang harus dipersiapkan pada proses set up maupun penanganan saat ada kendala sehingga jumlah produksi sering tidak sesuai target.

Nilai RPN tertinggi ketiga adalah jenis Downtime Losses komponen manusia pada proses assembly dengan nilai RPN 315 class (PT) penyebab kegagalan kurangnya operator untuk mengontrol kecepatan putaran mesin spiral peluncur bahan baku yang berfungsi memutar bahan baku secara spiral dari conveyor menuju jalur assembly sehingga terkadang bahan pada jalur peluncur terlalu padat yang mengakibatkan bahan baku tergecet. Nilai RPN tertinggi keempat adalah jenis Idle and Minor Stoppage komponen mesin proses printing dan assembly dengan nilai RPN 120 class (PS) penyebab kegagalan belum adanya sensor yang berfungsi mendeteksi jumlah bahan baku yang tersedia di BIN conveyor dan jika terjadi kekosongan BIN maka bahan baku yang berjalan ke proses mesin akan mengalami kekosongan sesaat dan nilai RPN kelima masih dalam jenis Idle and Minor Stoppage dengan komponen mesin proses molding plunger dan molding barrel dengan nilai RPN 100 class (PS) penyebab kegagalan adalah penyemprotan silicon pada mold molding plunger dan barrel masih manual dilakukan oleh operator yang mengakibatkan berkurangnya waktu produksi.

Berdasarkan pengolahan data menggunakan metode OEE dan dilakukan identifikasi menggunakan FMEA maka saran yang dapat peneliti berikan adalah :

1. Menambah 1 blade sebagai pendukung fungsi blade utama dan menambahkan 1 heater pada tampungan pigmen agar kekentalan pigmen selalu terjaga.
2. Menambah 1 operator di mesin printing barrel dari sebelumnya 1 operator.
3. Menambah 1 operator mesin assembly yang sebelumnya 2 operator.
4. Memodifikasi dengan menambahkan sensor laser yang terintegrasi dengan alarm. Laser dipasang pada samping tampungan bahan baku (BIN) dengan ketinggian 25% dari dasar BIN barrel dan plunger.
5. Menambahkan silicon spray mold otomatis yang dapat diatur timing penyemprotan yang terintegrasi dengan sensor penghitung gerak mold molding dan sensor laser yang dapat membaca mold kondisi terbuka.
6. Peneliti selanjutnya dapat menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk perawatan mesin atau Fault Tree Analysis (FTA) untuk mengetahui kesalahan yang menyebabkan kegagalan dari sistem.

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

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daman, Agus, and Dewi Nusraningrum. "Analysis of Overall Equipment Effectiveness (Oee) on Excavator Hitachi Ex2500-6." *Dinasti International Journal of Education Management And Social Science* 1, no. 6 (2020): 847–855.
- [2] Elisatriana, Novera, Uly Amrina, Program Studi, Teknik Industri, Fakultas Teknik, and Universitas Mercu Buana. "Menghitung Efektifitas Mesin" XIII, no. 2 (2019): 212–222.
- [3] Fam, S. F., N. Ismail, H. Yanto, D. D. Prastyo, and B. P. Lau. "Lean Manufacturing and Overall Equipment Efficiency (OEE) in Paper Manufacturing and Paper Products Industry." *Journal of Advanced Manufacturing Technology* 12, no. 1 Special Issue 2 (2018): 461–474.
- [4] Hamdy, Muhammad Ihsan, and Abdul Azizi. "Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness ( OEE ) Pada Mesin Ripple" 3, no. 1 (2017): 53–58.
- [5] Hasanudin, Muhamad. "Analisis Penerapan Total Productive Maintenance Menggunakan Overall Equipment Effectiveness Dan Fuzzy Fmea Pada Mesin Extruder Di PT Xyz Bogor" 1, no. 2 (2020): 53–58.
- [6] Kameiswara, Restyoko Adham, Arif Budi Sulistiyo, and Wawan Gunawan. "Analisa Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Mengurangi Six Big Losses Pada Cooling Pump Blower Plant PT. Pabrik Baja Terpadu." *Jurnal InTent* 1, no. 1 (2018): 67–78.
- [7] Mukhlis, Ade, Shoutul Ahlaq, Dadi Cahyadi, and Firdanis Setyaning Handika. "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 Planel Loading Breakdown Reject Amount Mesin Downtime T" 3, no. 2 (2017): 49–54.
- [8] Rachman, Taufiqur, and Arya Wahyu Nugraha. "Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Perbaikan Proses Manufaktur Mesin Bead Grommet." *Jurnal*



- Inovisi 14, no. 1 (2018): 1–11.  
<https://ejournal.esaunggul.ac.id/index.php/inovisi/article/view/3583>.
- [9] Al Rasyid, Harun. “Peningkatan Nilai Overall Equipment Effectiveness Pada Proses Pembuatan Kaca Cermin Dengan Metode Fmea.” *Operations Excellence* 10, no. 1 (2018): 47–64. <https://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/oe/article/view/3151>.
- [10] Rima Riyanti, Ulinnuha Latifa, Yuliarman Saragih. “Multitek Indonesia : Jurnal Ilmiah” 6223, no. January (2021): 121–130.
- [11] Riyanto, Agus, and Muhammad Iqbal Rifky. “Analisis Efektivitas Mesin-Mesin Pembuatan Produk Assp Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness Dan Fault Tree Analysis Di Pt. Xyz.” *INAQUE: Journal of Industrial & Quality Engineering* 7, no. 2 (2019): 31–39.
- [12] Rozak, a, a Shadrina, and E Rimawan. “Kaizenin World Class Automotive Company with Reduction of Six Big Lossesin Cylinder Block Machining Line in Indonesia.” *International Journal of Innovative ...* 4, no. 7 (2019): 339–344. [https://ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT19JL251\\_\(1\).pdf](https://ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT19JL251_(1).pdf).
- [13] Sharma, Kapil Dev, and Shobhit Srivastava. “Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation: A Literature Review.” *Copyright Journal of Advance Research in Aeronautics and Space Science J Adv Res Aero SpaceSci* 5, no. 2 (2018): 2454–8669.
- [14] Sultoni, Achmad, and Dana Santoso Saroso. “Peningkatan Nilai OEE Pada Mesin Printing Kaca Film Menggunakan Metode FMEA Dan TPM.” *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering* 11, no. 2 (2019): 131.
- [15] Sutoni, Akhmad, Widy Setyawan, and Taufik Munandar. “Total Productive Maintenance (TPM) Analysis on Lathe Machines Using the Overall Equipment Effectiveness Method and Six Big Losses.” *Journal of Physics: Conference Series* 1179, no. 1 (2019).