

Analisis Efektivitas Mesin *Heidelberg SM72-FP* dalam Upaya Meminimalisir Penyebab *Downtime* pada Perusahaan *Offset Printing* (Studi Kasus Pada CV. XYZ)

Erlina Firdah Lestari^{1*}, Siti Mundari¹

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec.Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

E-mail: erlinafirdah@gmail.com*

Abstract

This study analyzes the effectiveness of the Heidelberg SM72-FP machine at CV. XYZ to identify and reduce the factors causing downtime that affect productivity. The evaluation was conducted using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method and the Six Big Losses. This analysis also includes the use of Pareto and fishbone diagrams to determine repair priorities and the main causes of time loss. The research results show that the average OEE value before implementation was 73.30%, below the JIPM standard of 85%. The dominant factor causing losses is reduced speed losses (12.63%). After implementing the maintenance strategy by applying the 2 pillars of TPM focused maintenance and autonomous maintenance, the OEE value increased to 75.25%. The proposed strategy includes scheduling preventive maintenance, lubrication, routine checks, and troubleshooting for machine monitoring. With this improvement, the company's productivity showed a significant increase of 1.95%.

Keywords: Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Preventive Maintenance, Machine Heidelberg SM72-FP, Productivities.

Abstrak

Penelitian ini menganalisis efektivitas Mesin Heidelberg SM72-FP pada CV. XYZ untuk mengidentifikasi dan mengurangi faktor penyebab downtime yang memengaruhi produktivitas. Evaluasi dilakukan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses. Analisis ini juga mencakup penggunaan diagram pareto dan fishbone untuk menentukan prioritas perbaikan serta penyebab utama kerugian waktu. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai OEE sebelum implementasi adalah 73,30%, di bawah standar JIPM sebesar 85%. Faktor dominan yang menyebabkan kerugian adalah reduced speed losses (12,63%). Setelah implementasi strategi perawatan dengan menerapkan 2 pilar TPM focused maintenance dan autonomous maintenance, nilai OEE meningkat menjadi 75,25%. Strategi yang diusulkan meliputi penjadwalan perawatan preventif, pelumasan, pengecekan rutin, dan troubleshooting untuk pemantauan mesin. Dengan perbaikan ini, produktivitas perusahaan menunjukkan peningkatan signifikan sebesar 1,95%.

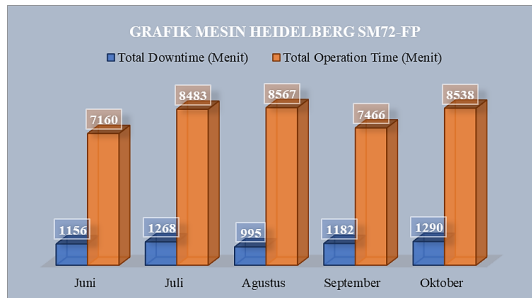
Kata kunci: Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Preventive Maintenance, Mesin Heidelberg SM72-FP, Produktivitas.

1. Pendahuluan

CV. XYZ adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang *Offset Printing*. *Offset Printing* adalah teknik percetakan yang digunakan untuk menghasilkan jenis gambar dengan kualitas tinggi dan efisiensinya yang unggul dalam hal kecepatan dan volume. Perusahaan ini berada di Medokan Asri Timur, Rungkut, Surabaya, yang bersifat *Make To Order* (MTO) dengan jumlah kapasitas produksi mencapai maksimal 15000 lembar/hari. Produk

yang dihasilkan yaitu *Packaging Box* dengan bahan baku kertas *Hvs*, *Art Paper*, *Art Carton*, *Foodpack*, *B-kraft*, *Duplex*, dan *Ivory*. Salah satu mesin produksi di perusahaan ini yaitu Mesin *Printing Heidelberg SM72-FP*. Berdasarkan observasi yang dilakukan di lapangan, mesin *printing* yang paling produktif dibandingkan mesin lainnya. Selain itu, mesin tersebut juga disimpulkan sebagai mesin yang paling sering mengalami kendala sehingga beberapa kali dalam sehari sering mengalami *downtime* akibat kendala yang dialami secara tiba-tiba. Berikut

merupakan data *downtime* dan data *operation time* selama Bulan Juni hingga Oktober 2024:



Gambar 1. Grafik Downtime dan Operation Time selama Bulan Juni hingga Oktober 2024

Di perusahaan tersebut tidak terdapat penjadwalan *maintenance* secara rutin (*Preventive Maintenance*), melainkan operator hanya melakukan perbaikan ketika mesin rusak saja (*Corrective Maintenance*). Apabila terjadi kerusakan pada mesin tersebut, maka akan menghambat proses produksi selanjutnya dikarenakan proses perbaikan yang memakan waktu cukup lama. Efektivitas mesin akan berpengaruh pada produktivitas perusahaan, begitupun sebaliknya [1]. Maka dari itu, perusahaan perlu berupaya untuk mengurangi *downtime* pada Mesin Heidelberg SM72-FP sekaligus memangkas waktu tunggu pada lini produksi.

Penelitian ini berfokus pada analisis efektivitas Mesin Heidelberg SM72-FP. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengevaluasi nilai *Overall Equipment Effectiveness*. OEE adalah metrik yang digunakan untuk mengukur seberapa efektif dan efisien mesin atau peralatan produksi [2]. Perhitungan efektivitas mesin menggunakan metode OEE dilanjutkan dengan metode *Six Big Losses* guna mengetahui jenis *losses* dan pengaruhnya terhadap nilai *availability*, *performance*, dan *quality*. Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini melibatkan diagram *pareto* dan diagram *fishbone*. Diagram *pareto* untuk mengurutkan faktor yang paling berpengaruh dan memberikan kontribusi terhadap kerugian waktu. Sedangkan, diagram *fishbone* untuk menganalisis penyebab dari *six big losses* tertinggi. Setelah itu merancang strategi perawatan secara efektif dengan *troubleshooting* untuk diimplementasikan dan melihat hasil akhir peningkatan efektivitas mesin.

Mesin Printing Heidelberg SM72-FP

Dalam industri percetakan, mesin *offset* sering diukur berdasarkan ukuran maksimum kertas yang sesuai dengan ukuran maksimum dari mesin *offset* tersebut, berbeda jenis mesin

biasanya memiliki ukuran yang berbeda juga. Pada penelitian ini, perhitungan difokuskan pada Mesin *Printing Heidelberg SM72-FP* yang memiliki spesifikasi ukuran kertas yaitu 52 x 72 cm dengan format cetak 50,5 x 70,5 cm. Berikut merupakan gambar mesinnya:



Gambar 2. Mesin Heidelberg SM72-FP

Berikut merupakan spesifikasi Mesin Heidelberg SM72-FP:

Deskripsi	Automatic sheet-fed offset press (5 unit)	
Tipe	SM72-FP	
Daya	Frekuensi 50/60 Hz	
	Tegangan 380-400 V (3 fase)	
Dimensi	Panjang	9600 mm
	Lebar	3800 mm
	Tinggi	1900 mm
Berat	Berat Total	10.500 kg
Kapasitas	3000 lembar/jam	

Total Productive Maintenance

TPM (*Total Productive Maintenance*) adalah suatu pendekatan inovatif terhadap *maintenance* yang mengoptimalkan keefektifan mesin, mengeliminasi *breakdown*, dan perawatan mandiri yang dilakukan oleh operator mesin [3]. Tujuan *Total Productive Maintenance* adalah memastikan mesin berada dalam kondisi kerja optimal untuk menghindari kerusakan dan terjadinya *delay* pada proses produksi [4]. Konsep dari TPM dapat membantu perusahaan untuk memaksimalkan efektivitas mesin hingga umur pakai berakhir.

Preventive Maintenance

Perawatan preventif memiliki peran krusial dalam aktivitas produksi sebuah perusahaan karena dapat berdampak pada kelancaran proses produksi, jumlah output yang dihasilkan, serta kualitas produk akhir [5]. Perawatan mengacu pada berbagai langkah yang dilakukan untuk memastikan alat atau produk tetap berfungsi dengan baik dan terhindar dari kerusakan [6]. Aktivitas ini mencakup inspeksi, pembersihan, pelumasan, serta penggantian komponen yang mengalami kerusakan.

Overall Equipment Effectiveness

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) adalah metode yang digunakan untuk menilai tingkat efektivitas mesin dalam proses produksi [7]. Saat ini, konsep OEE telah menjadi standar yang diterapkan oleh banyak perusahaan manufaktur di seluruh dunia [8]. Persentase OEE yang optimal mencerminkan apakah mesin beroperasi pada kapasitas normal, menghasilkan output berkualitas, dan minim *downtime* yang tidak diperlukan. Menurut *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), sebagaimana disebutkan di www.leanproduction.com, nilai OEE ideal untuk mesin ditentukan berdasarkan standar berikut:

Tabel 2.
Standar *World Class* JIPM

<i>OEE Factor</i>	<i>World Class</i>
<i>Availability</i>	90%
<i>Performance</i>	95%
<i>Quality</i>	99%
<i>OEE</i>	85%

Six Big Losses

Rendahnya produktivitas mesin atau peralatan, yang sering kali merugikan perusahaan, biasanya disebabkan oleh penggunaan mesin atau peralatan yang kurang efektif dan efisien [9]. Hal ini memicu munculnya enam faktor kerugian utama (*six big losses*). *Six Big Losses* adalah konsep dalam *lean manufacturing* yang bertujuan untuk mengenali dan mengurangi pemborosan (*waste*) dalam proses produksi [10]. Konsep ini mengidentifikasi enam jenis pemborosan yang paling umum terjadi dalam produksi, yang perlu diminimalkan atau dihilangkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas mesin.

2. Metodologi

Tahap-tahap yang dilakukan selama penelitian ini meliputi:

1. Studi Lapangan

Tahap ini terdiri dari observasi lapangan berupa wawancara dengan kepala bagian produksi dan operator mesin sehingga dapat mengetahui isu atau permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan dan kendala yang kerap terjadi pada mesin-mesin produksi.

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini mengumpulkan data berupa *available time*, *planned downtime*, *total loading time*, *total idle time*, *total downtime*, *total operation time*, *processed amount*, *reject amount*.

3. Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data yaitu data yang telah dikumpulkan sebelumnya, kemudian dihitung dengan metode berikut:

a. Analisis *Overall Equipment Effectiveness*

1) *Availability Rate*

$$AR = \frac{LT - TD}{LT} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- LT = *Loading Time* (menit)
- TD = *Total Downtime* (menit)

2) *Performance Rate*

$$PR = \frac{PA \times ICT}{OT} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- PA = *Processed Amount* (pcs)
- ICT = *Ideal Cycle Time* (menit)
- OT = *Operation Time* (menit)

3) *Quality Rate*

$$QR = \frac{PA - DA}{PA} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- PA = *Processed Amount* (pcs)
- DA = *Defect Amount* (pcs)

4) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

$$OEE = (AR \times PR \times QR) \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

- AR = *Availability Rate*
- PR = *Performance Rate*
- QR = *Quality Rate*

b. Analisis *Six Big Losses*

1) *Equipment Failures Losses*

$$EFL = \frac{EF}{LT} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

- EF = *Equipment Failures* (menit)
- LT = *Loading Time* (menit)

2) *Setup and Adjustment Losses*

$$SAL = \frac{SS + ES}{LT} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

- SS = *Setup Sparepart* (menit)
- ES = *Equipment Sanitation* (menit)
- LT = *Loading Time* (menit)

3) *Idling and Minor Stoppages Losses*

$$IMSL = \frac{TIT}{LT} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan:

- TIT = *Total Idle Time* (menit)
- LT = *Loading Time* (menit)

4) *Reduced Speed Losses*

$$RSL = \frac{OT - (ICT \times PA)}{LT} \times 100\% \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

- OT = *Operation Time* (menit)
- ICT = *Ideal Cycle Time* (menit)
- PA = *Processed Amount* (pcs)
- LT = *Loading Time* (menit)

5) *Process Defect Losses*

$$PDL = \frac{DA \times ICT}{LT} \times 100\% \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

- DA = Defect Amount (pcs)
- ICT = Ideal Cycle Time (menit)
- LT = Loading Time (menit)

6) Scrap Losses

$$SL = \frac{SA \times ICT}{LT} \times 100\% \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan:

- SA = Scrap Amount (pcs)
- ICT = Ideal Cycle Time (menit)
- LT = Loading Time (menit)

c. Diagram Pareto

Pada tahap ini, diagram *pareto* digunakan untuk mengevaluasi *six big losses* untuk mengidentifikasi komponen yang paling banyak berkontribusi terhadap kehilangan waktu. Dengan demikian, elemen yang paling penting untuk diperbaiki akan diidentifikasi.

d. Diagram Fishbone

Pada tahap ini akan diidentifikasi penyebab utama masalah pada faktor yang paling dominan pada diagram *pareto* guna menghasilkan gagasan atau solusi penyelesaian masalah.

4. Implementasi Strategi Perawatan

Pada tahap implementasi, operator melakukan tindakan pencegahan melalui *troubleshooting* yang didasarkan pada 2 pilar TPM yaitu *Focused Maintenance* dan *Autonomous Maintenance* untuk mencegah kerusakan mesin dan *downtime* mendadak.

5. Perhitungan OEE setelah Implementasi

Pada tahap ini yaitu perhitungan kembali OEE untuk mengetahui peningkatan efektivitas pada Mesin Heidelberg SM72-FP.

6. Analisis Data

Pada tahap ini berisi ringkasan singkat terkait hasil yang didapatkan dari pengolahan data di atas untuk mengetahui selisih nilai peningkatan OEE dari sebelum dilakukan implementasi hingga sudah dilakukan implementasi.

7. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dijelaskan secara singkat kesimpulan yang didapat dan saran yang diberikan kepada perusahaan berdasarkan temuan penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data di atas, berikut pengolahan data dari Bulan Juni hingga Bulan Oktober 2024 terkait analisis efektivitas Mesin Heidelberg SM72-FP yang dilakukan pada CV. XYZ:

3.1. Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE)

3.1.1 Availability Rate

$$AR = \frac{LT - TD}{LT} \times 100\% \\ = \frac{8913 - 1156}{8913} \times 100\% \\ = 87,03\%$$

Tabel 3. Perhitungan Availability Rate

Bulan	Loading Time (menit)	Total Downtime (menit)	Available Rate (%)
Juni	8913	1156	87,03%
Juli	10542	1268	87,97%
Agustus	10149	995	90,20%
September	9325	1182	87,32%
Oktober	10559	1290	87,78%

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan *availability rate* Mesin Heidelberg SM72-FP pada Bulan Juni hingga Oktober 2024 rata-ratanya 88,06% dimana masih belum memenuhi standar yang ditetapkan oleh JIPM. Menurut standar tersebut, tingkat ketersediaan mesin seharusnya mencapai atau melebihi 90%. Kurangnya tingkat *availability* ini terjadi karena tingginya angka kegagalan/kerusakan mesin, yang mengakibatkan peningkatan *downtime* pada mesin tersebut. Dampak dari tingkat *availability* yang rendah ini adalah terganggunya proses produksi karena memiliki konsekuensi yang merugikan terhadap hasil produksi. Ketika mesin mengalami *downtime*, proses produksi menjadi terhenti atau mengalami penurunan efisiensi, sehingga jumlah produk yang dihasilkan menurun atau tidak sesuai target.

3.1.2 Performance Rate

$$PR = \frac{PA \times ICT}{TOT} \times 100\% \\ = \frac{276694 \times 0,022}{7160} \times 100\% \\ = 85,02\%$$

Tabel 4. Perhitungan Performance Rate

Bulan	Process Amount (pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Total Operation Time (menit)	Performance Rate (%)
Juni	276694	0,022	7160	85,02%
Juli	329396	0,022	8483	85,43%
Agustus	317150	0,022	8567	81,44%
September	287678	0,022	7466	84,77%
Oktober	332810	0,022	8538	85,76%

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata *performance rate* Mesin Heidelberg SM72-FP pada Bulan Juni hingga Oktober 2024 sebesar

84,48%, yang menunjukkan tingkat efisiensi kinerja yang masih belum memenuhi standar JIPM minimal 95%. Rendahnya *performance rate* ini disebabkan oleh keterbatasan waktu operasional yang mengakibatkan produksi yang rendah. Selain itu, rendahnya nilai *performance rate* juga menjadi faktor penyebab, yang disebabkan oleh waktu siklus ideal (*ideal cycle time*) yang lebih rendah daripada waktu siklus ideal (*ideal cycle time*) yang diharapkan. Rendahnya nilai *performance rate* memiliki dampak signifikan terhadap tingkat *overall equipment effectiveness* (OEE) yang diperoleh. Dalam hal ini, dengan nilai *performance rate* yang rendah kemungkinan besar nilai OEE juga akan rendah. Hal ini menunjukkan bahwa mesin Heidelberg SM72-FP belum mencapai tingkat optimal dalam efisiensi kinerja, yang dapat mempengaruhi produktivitas.

3.1.3 Quality Rate

$$QR = \frac{PA - RA}{PA} \times 100\% = \frac{276694 - 4168}{276694} \times 100\% = 98,49\%$$

Tabel 5.

Perhitungan Quality Rate			
Bulan	Process Amount (pcs)	Reject Amount (pcs)	Quality Rate (%)
Juni	276694	4168	98,49%
Juli	329396	4635	98,59%
Agustus	317150	4916	98,45%
September	287678	4158	98,55%
Oktober	332810	4464	98,66%

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Mesin Heidelberg SM72-FP pada Bulan Juni hingga Oktober 2024 memiliki rata-rata *quality rate* sebesar 98,55%. Namun angka ini sudah hampir mencapai standar JIPM yang menetapkan 99%. Penyebab dari *quality rate* ini antara lain adalah adanya produk yang tidak layak karena memiliki cacat atau tidak sesuai dengan standar permintaan *customer* karena terjadi masalah dalam pencetakan berupa *defect* dan *scrap*.

3.1.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE) Rate

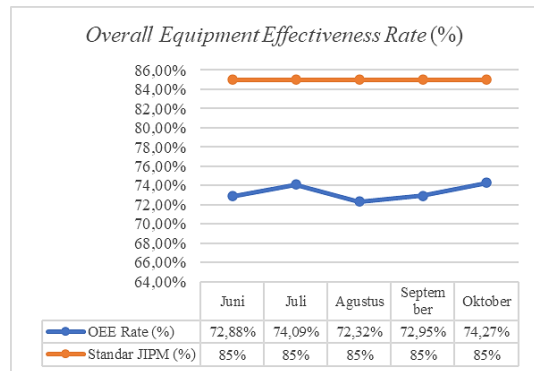
$$OEE = (AR \times PR \times QR) \times 100\% = (87,03 \times 85,02 \times 98,49) \times 100\% = 72,88\%$$

Tabel 6.

Perhitungan OEE Rate				
Bulan	Available Rate (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	OEE Rate (%)
Juni	87,03%	85,02%	98,49%	72,88%

Juli	87,97%	85,43%	98,59%	74,09%
Agustus	90,20%	81,44%	98,45%	72,32%
September	87,32%	84,77%	98,55%	72,95%
Oktober	87,78%	85,76%	98,66%	74,27%

Berdasarkan hasil perhitungan OEE di atas, maka rata-rata nilai OEE Mesin Heidelberg SM72-FP pada Bulan Juni hingga Oktober adalah 73,30%, yang masih berada di bawah standar JIPM sebesar 85%. Hal ini menunjukkan adanya potensi perbaikan yang signifikan dalam upaya meningkatkan efektivitas Mesin Heidelberg SM72-FP [11]. Berikut merupakan grafik perhitungan OEE selama Bulan Juni hingga Oktober 2024:



Gambar 3. Grafik OEE pada Bulan Juni hingga Oktober 2024

3.2. Six Big Losses

3.2.1 Equipment Failures Losses

$$EFL = \frac{EF}{LT} \times 100\% = \frac{509}{8913} \times 100\% = 5,71\%$$

Tabel 7.

Perhitungan Equipment Failures Losses				
Bulan	Equipment Failures (menit)	Loading Time (menit)	Equipment Failures Losses (%)	Equipment Failures Losses (%)
Juni	509	8913	0,057	5,71
Juli	553	10542	0,052	5,25
Agustus	466	10149	0,046	4,59
September	525	9325	0,056	5,63
Oktober	567	10559	0,054	5,37

Berdasarkan hasil perhitungan *Equipment Failures Losses* di atas, maka rata-rata nilai *Equipment Failures Losses* Mesin Heidelberg SM72-FP saat ini adalah 5,31%.

3.2.2 Setup and Adjustment Losses

$$SAL = \frac{SS + ES}{LT} \times 100\% = \frac{348 + 299}{8913} \times 100\% = 7,26\%$$

Tabel 8.

Perhitungan *Setup and Adjustment Losses*

Bulan	Setup Sparepart (Menit)	Equipment Sanitation (Menit)	Loading Time (menit)	Setup and Adjustment Losses (%)
Juni	348	299	8913	7,26
Juli	374	341	10542	6,78
Agustus	261	268	10149	5,21
September	343	314	9325	7,05
Oktober	362	361	10559	6,85

Berdasarkan hasil perhitungan *Setup and Adjustment Losses* di atas, maka rata-rata nilai *Setup and Adjustment Losses* Mesin Heidelberg SM72-FP saat ini adalah 6,63%.

3.2.3 *Idling and Minor Stoppages Losses*

$$\begin{aligned}
 IMSL &= \frac{TIT}{LT} \times 100\% \\
 &= \frac{597}{8913} \times 100\% \\
 &= 6,70\%
 \end{aligned}$$

Tabel 9.

Perhitungan *Idling and Minor Stoppages Losses*

Bulan	Total Idle Time (menit)	Loading Time (menit)	Idling and Minor Stop pages Losses (menit)	Idling and Minor Stoppages Losses (%)
Juni	597	8913	0,067	6,70
Juli	791	10542	0,075	7,50
Agustus	587	10149	0,058	5,78
September	677	9325	0,073	7,26
Oktober	731	10559	0,069	6,92

Berdasarkan hasil perhitungan *Idling and Minor Stoppages Losses* di atas, maka rata-rata nilai *Idling and Minor Stoppages Losses* Mesin Heidelberg SM72-FP saat ini adalah 6,83%.

3.2.4 *Reduced Speed Losses*

$$\begin{aligned}
 RSL &= \frac{TOT - (ICT \times PA)}{LT} \times 100\% \\
 &= \frac{7160 - (0,022 \times 276694)}{8913} \times 100\% \\
 &= 12,04\%
 \end{aligned}$$

Tabel 10.

Perhitungan *Reduced Speed Losses*

Bulan	Total Operation Time (menit)	Ideal Cycle Time (menit)	Process Amount (pcs)	Loading Time (menit)	Reduced Speed Losses (%)
Juni	7160	0,022	276694	8913	12,04
Juli	8483	0,022	329396	10542	11,73
Agustus	8567	0,022	317150	10149	15,66
September	7466	0,022	287678	9325	12,19
Oktober	8538	0,022	332810	10559	11,52

Berdasarkan hasil perhitungan *Reduced Speed Losses* di atas, maka rata-rata nilai *Reduced Speed Losses* Mesin Heidelberg SM72-FP saat ini adalah 12,63%.

3.2.5 *Process Defect Losses*

$$\begin{aligned}
 PDL &= \frac{DA \times ICT}{LT} \times 100\% \\
 &= \frac{2250 \times 0,022}{8913} \times 100\% \\
 &= 0,56\%
 \end{aligned}$$

Tabel 11.

Perhitungan *Process Defect Losses*

Bulan	Defect Amount (pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Loading Time (menit)	Process Defect Losses (%)
Juni	2250	0,022	8913	0,56
Juli	2955	0,022	10542	0,62
Agustus	2795	0,022	10149	0,61
September	2617	0,022	9325	0,62
Oktober	2830	0,022	10559	0,59

Berdasarkan hasil perhitungan *Process Defect Losses* di atas, maka rata-rata nilai *Process Defect Losses* Mesin Heidelberg SM72-FP saat ini adalah 0,60%.

3.2.6 *Scrap Losses*

$$\begin{aligned}
 SL &= \frac{SA \times ICT}{LT} \times 100\% \\
 &= \frac{1918 \times 0,022}{8913} \times 100\% \\
 &= 0,47\%
 \end{aligned}$$

Tabel 12.

Perhitungan *Scrap Losses*

Bulan	Scrap Amount (pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Loading Time (menit)	Scrap Losses (%)
Juni	1918	0,022	8913	0,47%
Juli	1680	0,022	10542	0,35%
Agustus	2163	0,022	10149	0,46%
September	1541	0,022	9325	0,36%
Oktober	1634	0,022	10559	0,34%

Berdasarkan hasil perhitungan *Scrap Losses* di atas, maka rata-rata nilai *Scrap Losses* Mesin Heidelberg SM72-FP saat ini adalah 0,40%.

3.3. *Diagram Pareto*

Setelah perhitungan pada setiap jenis-jenis *six big losses*, maka langkah selanjutnya yaitu mengurutkan jenis-jenis *six big losses* berdasarkan total *time losses* dan persentase *losses* tertinggi.

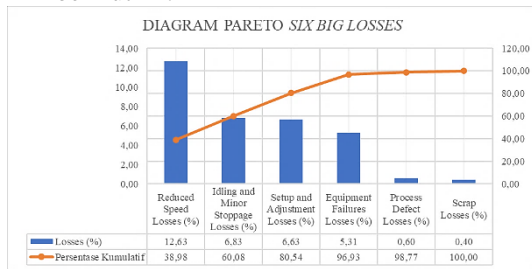
Tabel 13.

Data Rekapitulasi *Six Big Losses*

Jenis-Jenis <i>Six Big Losses</i>	Total Loading Time (menit)	Total Time Losses (menit)	Persentase Losses (%)
<i>Reduce Speed Losses (%)</i>	233574	9274	12,63%

Idling and Minor Stoppages Losses (%)	2652	6,83%
Setup and Adjustment Losses (%)	2548	6,63%
Equipment Failures Losses (%)	2053	5,31%
Process Defect Losses (%)	234	0,60%
Scrap Losses (%)	160	0,40%

Berikut merupakan diagram *pareto* dari *six big losses* yang ditampilkan pada gambar berikut ini:

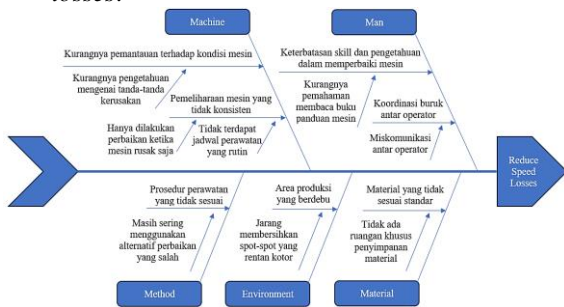


Gambar 4. Diagram Pareto

Berdasarkan diagram *pareto six big losses* dapat diketahui bahwa *reduced speed losses* menjadi kerugian yang paling dominan terhadap produktivitas mesin Heidelberg SM72-FP dengan *losses* 12.63% dan *time losses* 9274 menit dengan *loading time* 233574 menit.

3.4. Diagram Fishbone

Berikut merupakan diagram *fishbone* dari *speed losses* yang mencakup *reduced speed losses* dan *idling and minor stoppages losses*:



Gambar 5. Diagram Fishbone

Berikut merupakan beberapa usulan perbaikan yang dapat membantu mengurangi *reduced speed losses* berdasarkan analisis *fishbone* di atas:

1. Mesin (*machine*)

- a) Pemantauan kondisi mesin dan analisis tingkat keandalan mesin dengan melakukan *checklist* secara terus-menerus terhadap mesin Heidelberg SM72-FP untuk mendeteksi tanda-tanda penurunan kinerja atau kerusakan.

- b) Pemeliharaan preventif yang disiplin dengan menetapkan jadwal perawatan preventif berdasarkan frekuensi kerusakan yang paling sering terjadi dan memastikan semua kegiatan perawatan dilakukan sesuai jadwal secara teratur.

2. Manusia (*man*)

- a) Lebih peduli terhadap kesehatan mesin dengan rajin membaca buku panduan resmi dari Heidelberg SM72-FP sehingga dapat lebih berhati-hati dalam mengambil keputusan perbaikan agar tidak semakin merusak mesin.
- b) Lebih meningkatkan komunikasi dan kolaborasi antar operator untuk memastikan pemeliharaan rutin dilakukan dengan tepat waktu dan membagi tanggung jawab atas *monitoring* mesin Heidelberg SM72-FP.

3. Metode (*method*)

- a) Mendukung operator terkait pencegahan dan tindakan perbaikan yang tepat karena berdampak terhadap kinerja mesin dan kecepatan produksi.

4. Lingkungan (*environment*)

- a) Lebih sering mengecek daerah atau spot-spot pada mesin yang rentan kemasukan debu dan kotor kemudian dibersihkan secara rutin agar lebih terjaga kebersihan dan performanya.

5. Material (*material*)

- a) Menyiapkan ruangan khusus untuk menyimpan material bahan baku agar kualitas kertas masih terjaga dalam kondisi bagus.

3.5. Implementasi Strategi Perawatan

Pada tahap implementasi yaitu operator melakukan tindakan *preventive maintenance* dengan menerapkan tindakan *focused maintenance* dan *autonomous maintenance*. Dengan tujuan guna meningkatkan efektivitas mesin Heidelberg SM72-FP, mencegah kerusakan dan *downtime* yang tidak terduga, serta meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional. Selain itu, juga dirancang tabel *troubleshooting* berdasarkan frekuensi kerusakan yang paling sering terjadi dan berulang pada Mesin Heidelberg SM72-FP selama Bulan Juni hingga Oktober 2024. Tabel ini terdiri dari tiga kolom yang mencakup tanggal, jenis perawatan, dan tindakan instruksi perawatan yang benar. Berikut merupakan usulan tindakan perawatan yang harus dilakukan oleh operator pada Bulan November 2024. Langkah-langkah perawatan mesin Heidelberg SM72-FP pada Bulan November 2024 yang digunakan sebagai acuan

dalam upaya meningkatkan nilai OEE, sebagai berikut:

Tabel 14.

Checksheet Pengecekan Mesin Heidelberg SM72-FP

Instruksi Perawatan
<p>7 dan 18 November 2024 Oleh: Wendi dan Rojak Lubang <i>Inkzone</i> Tersumbat</p> <ol style="list-style-type: none"> Mematikan Mesin <ol style="list-style-type: none"> Mematikan mesin dan memastikan aman untuk dibersihkan. Menggunakan sarung tangan untuk menghindari kontak dengan <i>thinner</i>. Mempersiapkan <i>Thinner</i> <ol style="list-style-type: none"> Menggunakan <i>thinner</i> yang direkomendasikan oleh penjual tinta. Menghindari penggunaan <i>thinner</i> yang terlalu kuat, karena dapat merusak komponen. Melepaskan Komponen <i>Ink Zone</i> <ol style="list-style-type: none"> Melepaskan komponen <i>ink zone</i> berupa <i>roller</i> tinta atau <i>blade</i> sesuai dengan petunjuk mesin. Mencelupkan Kain atau <i>Spons</i> ke <i>Thinner</i> <ol style="list-style-type: none"> Membasahi kain atau <i>spons</i> dengan <i>thinner</i>, lalu mengelap dengan lembut pada bagian <i>ink zone</i> yang kotor akibat sisa tinta yang mengeras. Menghindari penggunaan bahan kasar yang bisa merusak permukaan. Membersihkan dengan Kain Kering <ol style="list-style-type: none"> Menggunakan kain kering untuk mengelap sisa <i>thinner</i> dan tinta agar tidak ada pelarut yang tertinggal. Memeriksa dan Memasang Kembali Komponen <ol style="list-style-type: none"> Setelah semua bagian dibersihkan dan sudah kering, kemudian memasang kembali komponen <i>ink zone</i> ke tempatnya. Menyalakan Mesin <ol style="list-style-type: none"> Setelah proses membersihkan selesai, kemudian menyalakan mesin untuk mengecek dan memastikan mesin berjalan dengan baik.
<p>4 dan 20 November 2024 Oleh: Andik dan Wendi Selang <i>Powder Ink</i> Buntu</p> <ol style="list-style-type: none"> Memeriksa Komponen <ol style="list-style-type: none"> Memeriksa selang untuk memastikan ada penyumbatan. Memastikan <i>blower</i> atau pompa udara berfungsi dengan baik. Membersihkan selang. Melepaskan Selang dari Sistem. <ol style="list-style-type: none"> Membersihkan bagian dalam selang menggunakan kompresor udara untuk menghilangkan sisa <i>powder</i>. Memberi larutan pembersih berupa air hangat dengan sedikit sabun untuk mencairkan <i>powder</i> yang menggumpal. Meringkikan selang sebelum memasangnya kembali. Menggunakan <i>Powder</i> yang Tepat <ol style="list-style-type: none"> Menggunakan bubuk <i>anti-setoff</i> yang sesuai dengan rekomendasi Heidelberg dengan partikel halus karena lebih cocok untuk menghindari penyumbatan. Mengecek Sistem <i>Blower</i> <ol style="list-style-type: none"> Memastikan aliran udara dari <i>blower</i> cukup kuat untuk mendorong <i>powder</i> melalui selang. Membersihkan <i>filter</i> atau bagian <i>blower</i>. Mengatur Jumlah <i>Powder</i> <ol style="list-style-type: none"> Mengatur jumlah <i>powder</i> sesuai dengan kebutuhan cetakan, tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit. Menghidupkan Kembali Mesin <ol style="list-style-type: none"> Menghidupkan kembali mesin dan memeriksa aliran <i>powder</i>.

Instruksi Perawatan
<p>b) Memastikan tidak ada sumbatan atau kebocoran setelah pemasangan ulang.</p> <p>11 dan 28 November 2024 Oleh: Rojak dan Andik <i>Cylinder Impression Transfer</i> Tidak Sempurna</p> <ol style="list-style-type: none"> Memeriksa dan Mengatur Tekanan <i>Cylinder</i> <ol style="list-style-type: none"> Mengatur tekanan antara <i>plate cylinder</i>, <i>blanket cylinder</i>, dan <i>impression cylinder</i> sesuai dengan spesifikasi mesin Heidelberg. Mengecek dan Membersihkan <i>Blanket Cylinder</i> <ol style="list-style-type: none"> Membersihkan <i>blanket cylinder</i> dari tinta dan debu. Mengganti <i>blanket</i> baru karena sudah aus. Memastikan <i>Alignment Cylinder</i> <ol style="list-style-type: none"> Memastikan semua <i>cylinder</i> sejajar. Melakukan penyesuaian karena ditemukan ketidaksejajaran. Memeriksa Tinta <ol style="list-style-type: none"> Memastikan tinta yang digunakan tidak terlalu encer atau terlalu pekat. Menggunakan Kertas sesuai Standar <ol style="list-style-type: none"> Memilih kertas yang sesuai dengan spesifikasi mesin. Memeriksa kondisi kertas sebelum mencetak dan memastikan tidak ada kerutan akibat lembab. Menjalankan Ulang Mesin <ol style="list-style-type: none"> Menjalankan ulang mesin untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik.
<p>13 November 2024 Oleh: Wendi dan Rojak Bak <i>Chiller</i> Tidak Bersirkulasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Mematikan Mesin dan <i>Chiller</i> <ol style="list-style-type: none"> Memastikan mesin dalam keadaan mati untuk mencegah kecelakaan. Mencabut sumber listrik <i>chiller</i>. Melepaskan Pipa Selang <ol style="list-style-type: none"> Melepaskan pipa selang dari konektornya yang terhubung ke bak <i>chiller</i> secara berhati-hati. Membilas dengan Air Bertekanan <ol style="list-style-type: none"> Menggunakan air bertekanan tinggi untuk membersihkan kotoran di dalam pipa. Mengarahkan air ke kedua ujung pipa untuk memastikan semua kotoran terangkat. Menggunakan Larutan Pembersih <ol style="list-style-type: none"> Menyiapkan larutan pembersih dengan mencampurkan cairan <i>descaler</i> atau asam sitrat dengan air. Menuangkan larutan ke dalam pipa kemudian merendam pipa sepenuhnya di dalam wadah berisi larutan tersebut. Membiarkan larutan bekerja selama 15-30 menit untuk melarutkan kerak dan endapan di dalam pipa. Menyikat Bagian Dalam Pipa <ol style="list-style-type: none"> Menggunakan sikat panjang <i>brush pipe cleaner</i> untuk menggosok bagian dalam pipa dengan hati-hati agar tidak merusak dinding pipa. Membilas Ulang dengan Air Bersih <ol style="list-style-type: none"> Membilas pipa menggunakan air bersih hingga tidak ada sisa larutan pembersih yang tertinggal. Memastikan aliran air melalui pipa sudah kembali lancar. Membersihkan Sambungan Pipa <ol style="list-style-type: none"> Membersihkan sambungan pipa untuk memastikan tidak ada kotoran yang tersisa. Memasang Kembali Pipa Selang <ol style="list-style-type: none"> Memasang kembali pipa selang ke sistem <i>chiller</i> sesuai dengan posisi semula. Memastikan semua sambungan sudah rapat untuk mencegah kebocoran. Menghidupkan Kembali Mesin <ol style="list-style-type: none"> Menghidupkan kembali <i>chiller</i> dan memeriksa aliran air.

Instruksi Perawatan	
b) Memastikan tidak ada sumbatan atau kebocoran setelah pemasangan ulang.	
06 November 2024 Oleh: Andik dan Wendi Angin <i>Feeder</i> Tidak Bisa Hisap	
1. Mematikan Mesin	
a) Memutuskan sumber aliran listrik dan memastikan mesin dalam keadaan mati untuk mencegah kecelakaan.	
2. Melepaskan Tabung Kompresor	
a) Melepaskan tabung kompresor dari <i>vacuum pump</i> menggunakan kunci pas dengan hati-hati untuk menghindari kerusakan.	
3. Membersihkan Debu dan Kotoran	
a) Menggunakan kompresor udara untuk meniup debu dan kotoran di dalam tabung.	
b) Mengarahkan <i>nozzle</i> ke semua sisi tabung untuk memastikan seluruh debu terangkat.	
4. Mencuci dengan Cairan Pembersih	
a) Mencampurkan cairan pembersih dengan air dalam ember kecil.	
b) Menggosok bagian dalam tabung karena debu yang berkerak, menggunakan sikat halus yang dicelupkan ke larutan pembersih.	
5. Membilas dengan Air Bersih	
a) Membilas tabung menggunakan air bersih sampai tidak ada sisa cairan pembersih yang tersisa.	
6. Mengeringkan Tabung	
a) Menggunakan udara bertekanan untuk mengeringkan tabung secara menyeluruh.	
b) Memastikan tidak ada sisa air di dalam tabung.	
7. Memasang Kembali Tabung Kompresor	
a) Memasang kembali tabung kompresor ke <i>vacuum pump</i> sesuai dengan posisi semula.	
b) Mengencangkan sambungan dengan hati-hati agar tidak ada kebocoran udara.	
8. Menyalakan Kembali Mesin	
a) Menyalakan mesin dan memeriksa fungsi <i>vacuum pump</i> sudah sesuai.	
b) Memastikan aliran udara lancar dan tekanan sesuai spesifikasi.	
14 November 2024 Oleh: Rojak dan Andik <i>Bearing Cam Follower</i> Macet	
1. Pemeriksaan Awal	
a) Mematikan mesin dan melepaskan <i>bearing cam follower</i> dari tempatnya.	
b) Memeriksa <i>bearing</i> untuk melihat letak kotoran.	
2. Membersihkan Komponen	
a) Membersihkan <i>bearing</i> dengan cairan pembersih khusus <i>degreaser</i> .	
b) Menghilangkan semua kotoran atau sisa pelumas lama.	
3. Memberikan Pelumas Ulang	
a) Memberikan pelumas yang direkomendasikan oleh Heidelberg atau sesuai spesifikasi mesin.	
b) Mengoleskan pelumas secara merata sebelum memasangnya kembali.	
4. Memeriksa <i>Cam</i>	
a) Memastikan <i>cam</i> yang bekerja dengan <i>follower</i> tidak mengalami kerusakan.	
5. Menghidupkan Kembali Mesin	
a) Memasang kembali <i>bearing</i> dan komponen lain, lalu menjalankan mesin untuk memastikan masalah telah teratasi.	

3.6. Perhitungan OEE setelah Implementasi

Berikut merupakan data yang telah diperoleh setelah implementasi dilakukan sebagai berikut:

Tabel 15.

Perhitungan *Available Time* dan *Loading Time*

Tanggal	<i>Available Time</i> (menit)	<i>Planned Downtime</i> (menit)		<i>Loading Time</i> (menit)
		<i>Rest Time</i> (menit)	<i>Briefing and Setup</i> (menit)	
02/12/2024	480	60	30	390
03/12/2024	480	60	30	390
04/12/2024	480	60	30	390

Tabel 16.

Perhitungan Total *Downtime*

Tanggal	<i>Total Downtime</i> (menit)		
	<i>Setup Sparepart</i> (menit)	<i>Equipment Sanitation</i> (menit)	<i>Equipment Failures</i> (menit)
02/12/2024	15	10	21
03/12/2024	17	7	17
04/12/2024	14	9	25

Tabel 17.

Perhitungan *Idle Time* dan *Operation Time*

Tanggal	<i>Total Idle Time</i> (menit)		<i>Operation Time</i> (menit)
	<i>Machine Failure</i> (menit)	<i>Setting Register</i> (menit)	
02/12/2024	8	12	359
03/12/2024	6	9	369
04/12/2024	10	14	353

Tabel 18.

Perhitungan *Process Defect Amount* dan *Scrap Amount*

Tanggal	<i>Process Defect Amount</i> (menit)		<i>Scrap Amount</i> (pcs)
	<i>Good amount</i> (pcs)	<i>Defect Amount</i> (pcs)	
02/12/2024	15295	89	78
03/12/2024	15320	108	74
04/12/2024	15355	77	96

Setelah data dikumpulkan maka akan dihitung kembali OEE sesuai dengan implementasi yang telah dilakukan yaitu *preventive maintenance*:

Tabel 19.

Perhitungan *Availability Rate*

Tanggal	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Total Downtime</i> (menit)	<i>Availability Rate</i> (%)
03/12/2024	390	41	89,49%
04/12/2024	390	48	87,69%
Rata-rata			88,46%

Tabel 20.

Perhitungan *Performance Rate*

Tanggal	<i>Process Amount</i> (pcs)	<i>Ideal Cycle Time</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Performance Rate</i> (%)
03/12/2024	15502	0,020	369	84,02%
04/12/2024	15528	0,020	353	87,98%
Rata-rata				86,05%

Tabel 21.

Perhitungan <i>Quality Rate</i>			
Tanggal	<i>Process Amount (pcs)</i>	<i>Defect Amount (pcs)</i>	<i>Quality Rate (%)</i>
02/12/2024	15462	167	98,92%
03/12/2024	15502	182	98,83%
04/12/2024	15528	173	98,89%
Rata-rata			98,88%

Tabel 22.

Perhitungan <i>OEE Rate</i>				
Tanggal	<i>Availability Rate (%)</i>	<i>Performance Rate (%)</i>	<i>Quality Rate (%)</i>	<i>OEE Rate (%)</i>
02/12/2024	88,21%	86,14%	98,92%	75,16%
03/12/2024	89,49%	84,02%	98,83%	74,31%
04/12/2024	87,69%	87,98%	98,89%	76,29%
Rata-rata				75,25%

Berdasarkan hasil perhitungan OEE di atas setelah implementasi maka dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan dikarenakan proses *focused maintenance* dan *autonomous maintenance* sehingga mesin mengalami peningkatan nilai OEE dari sebelumnya sebesar 1,95% dan produktivitas perusahaan dapat meningkat.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka kesimpulan sebagai berikut:

1. Rata-rata tingkat efektivitas (OEE) Mesin Heidelberg SM-72FP pada periode Bulan Juni hingga Oktober 2024 adalah sebesar 73.30%, masih jauh dibawah standar *JIPM* yaitu sebesar 85%. Nilai *availability* sebesar 88.06%, nilai *performance* sebesar 84.48%, dan nilai *quality* sebesar 98.55%.
2. Faktor *reduced speed losses* merupakan faktor terbesar penghambat pencapaian OEE dengan nilai sebesar 12.63% (9274 menit), kemudian diikuti faktor *idling and minor stoppages losses* sebesar 6.83% (2652 menit), *setup and adjustment losses* sebesar 6.63% (2548 menit), *equipment failures losses* sebesar 5.31% (2053 menit), *process defect losses* sebesar 0.60% (234 menit), dan *scrap losses* sebesar 0.40% (160 menit).
3. Rekomendasi perbaikan dengan melakukan penjadwalan *maintenance* menggunakan *troubleshooting* pada Mesin Heidelberg SM72-FP sebagai upaya pencegahan kerusakan sehingga proses produksi dapat lebih produktif.
4. Hasil perhitungan setelah implementasi didapatkan nilai OEE sebesar 75.25% dengan selisih kenaikan sebesar 1.95% dari sebelumnya. Sedangkan nilai *availability* sebesar 88.46% dengan selisih kenaikan sebesar 0.40% dari sebelumnya, nilai *performance* sebesar 86.05% dengan selisih

kenaikan sebesar 1.56% dari sebelumnya, dan nilai *quality* sebesar 98.88% dengan selisih kenaikan sebesar 0.33% dari sebelumnya.

Daftar Pustaka

- [1] G. Sigit, "PENGUKURAN NILAI OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN ANALISIS SIX BIG LOSSES Studi Kasus (PT SUNARDI MEKAR JAYA READYMIX YOGYAKARTA)," UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/50062>
- [2] M. K. Al Farichi and H. Murnawan, "Analisis Pengukuran Efektivitas Mesin Packaging di Unit 2 Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dengan Pendekatan Cause and Effect Diagram," *J. Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 66–80, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/teknika/article/view/8860>
- [3] Y. S. T. Siahaan and A. Arvianto, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Pulp Machine dan Six Big Losses di PT Toba Pulp Lestari, Tbk," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 7, no. 4, pp. 343–354, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/23054>
- [4] S. M. Ayuningtyas, D. Herwanto, S. P. Khan, Z. I. Vindari, A. G. Azzahra, and W. Rohmah, "Analisa Penerapan Total Productive Maintenance Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness pada Mesin Press Sinohara 55 T di PT. Ciptaunggul Karya Abadi," *J. Serambi Eng.*, vol. VIII, no. 1, pp. 4306–4316, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i1.5526.
- [5] M. C. Agustha and Iskandar, "PEMILIHAN STRATEGI PERAWATAN MESIN PRESS FCP-24V MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DI PT KIA KERAMIK MAS," *J. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 3, pp. 75–82, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/55796>
- [6] B. Bakhtiar, S. Syukriah, and ..., "Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam

- Meminimalisir Six Big Losses Pada Mesin Produksi Pengolahan Minyak Kelapa Di UD. Hidup Baru,” *Ind. Eng. Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 52–57, 2016.
- [7] M. C. Chuluk, “Analisis Pengukuran Efektivitas Mesin dengan Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Shrink (Label),” Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, 2021. [Online]. Available: [https://scholar.google.co.id/scholar?q=Analisis+Pengukuran+Efektivitas+Mesin+dengan+Penerapan+Metode+Overall+Equipment+Effectiveness+\(OEE\)+Pada+Mesin+Shrink+\(Label\)&hl=en&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart](https://scholar.google.co.id/scholar?q=Analisis+Pengukuran+Efektivitas+Mesin+dengan+Penerapan+Metode+Overall+Equipment+Effectiveness+(OEE)+Pada+Mesin+Shrink+(Label)&hl=en&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart)
- [8] A. A. Permata, “ANALISIS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA PAPER MAKING MACHINE DAN PENDEKATAN 5 WHYS UNTUK PERBAIKAN PADA PT. INDAH KIAT PULP & PAPER PERAWANG (Studi Kasus: PT Indah Kiat Pulp & Paper Perawang),” *E-Journal Univ. Diponegoro*, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/iej/article/view/37447/28451>
- [9] M. Dipa, F. D. Lestari, M. Faisal, and M. Fauzi, “Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Pada Mesin Washing Vial Di PT. XYZ,” *J. Bayesian J. Ilm. Stat. dan Ekon.*, vol. 2, no. 1, pp. 61–74, 2022, doi: 10.46306/bay.v2i1.29.
- [10] B. S. Waluyo, Chriswahyudi, and Restianingsih, “Analisa Perbaikan Produktivitas Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Pada Mesin Filling Dengan Pendekatan Six Big Losses Untuk Mencari Penyebab Losses Tertinggi Pada Produksi Skincare Studi Kasus Pt Xyz,” *J. Tek. Univ. Muhammadiyah Tangerang*, vol. 8, no. 1, pp. 90–99, 2019, doi: 10.31000/jt.v8i1.1596.
- [11] W. A. Wicaksono and H. Suliantoro, “Analisis Efisiensi Kerja Pada Mesin Pembentuk Pipa Mesin F Menggunakan Metode Oee (Overall Equipment Effectiveness) Untuk Mengetahui Penyebab Gap Yang Terjadi Di Pt Raja Besi Semarang,” *Ind. Eng. Online J.*, vol. 12, no. 1, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/iej/article/download/37396/28423>