

ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN AIR *JET LOOM* MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* DAN *AGE REPLACEMENT* PADA DEPARTEMEN *WEAVING* PT PRIMISSIMA

Noviana Salsabila ¹⁾, Widya Setiafindari ²⁾

^{1,2)} Prodi Teknik Industri, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta
Email : ¹⁾ noviana.salsa14@gmail.com ²⁾ widyasetia@uty.ac.id

Abstrak, PT Primiissima merupakan salah satu perusahaan BUMN yang bergerak pada bidang industri tekstil dengan melakukan perbaikan mesin apabila terjadi kerusakan (*breakdown maintenance*), hal ini menyebabkan produksi tidak berjalan sesuai dengan target. Selama bulan Januari sampai dengan agustus 2023 mengalami perbaikan mesin sebanyak 5 - 20 kali dalam waktu perbaikan 10 - 120 menit. Berdasarkan permasalahan tersebut digunakan metode TPM dengan menerapkan indikator OEE serta *six big losses* untuk mengetahui perbandingan efektivitas mesin dengan standar JIPM dan faktor penyebab permasalahan terjadinya penurunan efektivitas mesin serta dilakukan perhitungan interval melalui metode *Age Replacement* untuk penerapan *preventive maintenance*. Hasil dari penelitian ini adalah diketahui nilai OEE 78,30% dimana nilai ini belum memenuhi standar JIPM yaitu 85%, nilai OEE adalah hasil perkalian dari *availability* 81,70%, nilai *performance* 138,63%, dan nilai *quality rate* yaitu 69,3%. Setelah dilakukan perhitungan dari *six losses* diketahui faktor yang mendominasi adalah *reduce yield losses* dengan beberapa sebab akibat yaitu dari faktor manusia, mesin, metode, dan lingkungan. Hasil dari perhitungan metode *Age Replacement* untuk penerapan *preventive maintenance* adalah 11 hari.

Kata Kunci: *Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Age Replacement, Preventive Maintenance*

PENDAHULUAN

PT Primiissima merupakan salah satu perusahaan BUMN yang bergerak pada bidang industri tekstil. Salah satu kendala yang dihadapi adalah sering terjadi kendala kerusakan mesin yang dapat menyebabkan produksi menjadi tidak optimal. Dalam hal ini perawatan mesin sangat diperlukan agar memastikan mesin selalu dalam keadaan baik dan mengurangi adanya kerusakan mesin. Kerusakan yang sering terjadi di PT Primiissima yaitu dalam satu minggu terjadi 5 – 20 kali *breakdown* dengan waktu *breakdown* yang terjadi adalah 10 – 120 menit dalam satu kali perbaikan sesuai dengan komponen dan kerusakan yang terjadi dalam satu minggu. Data tersebut terjadi dalam rentang waktu Januari – Agustus 2023. Penelitian dilakukan pada *breakdown* yang terjadi pada departemen *weaving* pada mesin *Air Jet Loom*. PT Primiissima melakukan perawatan berdasarkan *breakdown* yang terjadi. Perbaikan yang tidak terencana dapat mengakibatkan suatu proses operasi terhenti karena perbaikan yang mendadak.

Perawatan mesin, atau yang sering disebut *maintenance*, adalah rangkaian tindakan yang dilakukan untuk memperbaiki

atau menjaga kondisi mesin agar tetap beroperasi sesuai dengan fungsinya yang seharusnya (Siregar *et al.*, 2022).

Perusahaan dapat menjaga keandalan mesin dengan melakukan penerapan pemeliharaan preventif. *Total productive maintenance* (TPM) adalah suatu pendekatan yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan mesin dengan tujuan mendukung sistem perawatan preventif secara menyeluruh (Iswardi & Sayuti, 2019). Dalam pelaksanaan TPM terdapat parameter OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yang memperhitungkan tiga faktor utama, yakni kualitas (*quality*), ketersediaan (*availability*) yang mencerminkan sejauh mana mesin dapat digunakan, dan kinerja (*performance*) mesin.

Selain perlunya untuk diketahui factor-faktor yang menyebabkan suatu mesin mengalami kerusakan melalui parameter OEE yaitu *Six Big Losses*, dalam metode pemeliharaan preventif juga diperlukan adanya penentuan interval perawatan. Salah satu model pemeliharaan preventif yang dapat digunakan adalah metode *Age Replacement*. Metode *age replacement* merupakan kebijakan penggantian komponen secara berkala untuk menghindari keausan pada sistem dalam interval waktu

tertentu sehingga diharapkan dapat meminimalkan risiko kerusakan (Sgarbossa *et al.*, 2019).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat efektivitas nilai OEE dan membandingkan dengan nilai standart untuk pengukuran OEE yaitu minimal 85%, mengetahui faktor penyebab dan permasalahan sehingga dapat ditemukan strategi perbaikan, menentukan usulan perbaikan yang tepat dan dapat diterapkan sebagai upaya peningkatan produktivitas kinerja mesin.

METODE

Penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut. Penelitian diawali dengan identifikasi masalah dan tujuan penelitian serta melakukan pengumpulan data. Data yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan pengolahan dengan TPM yang diawali dengan perhitungan *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Tiga indikator tersebut kemudian digunakan untuk mengetahui nilai OEE. Setelah nilai OEE diketahui kemudian dilakukan perhitungan *six big losses* untuk mengetahui faktor yang paling mempengaruhi efektivitas mesin yaitu melalui perhitungan *breakdown losses*, *setup and adjustment losses*, *idling and minor stoppage*, *reduce speed losses*, *proses defect*, *reduce yield losses*. Dari keenam faktor diketahui faktor yang paling mempengaruhi dengan digunakannya diagram pareto, kemudian dilakukan identifikasi sebab akibat melalui *fishbone diagram*.

Kemudian dilakukan perhitungan menggunakan metode *Age Replacement* sebagai usulan perbaikan yang diawali dengan perhitungan TTR dan TTF, penentuan komponen kritis dengan FMEA, Perhitungan MTTR dan MTTF, penentuan interval perbaikan.

Total Productive Maintenance

Total Productive Maintenance merupakan pengembangan dari *Preventive and Corrective Maintenance*, *Maintenance Prevention* yang dikombinasikan dengan konsep *Total Quality Control*. Konsep pemeliharaan ini melibatkan semua pekerja yang ditujukan untuk mencapai efektivitas di seluruh sistem produksi melalui partisipasi dan kegiatan yang produktif, proaktif, dan terencana (Herry *et al.*, 2018).

Fokus utama dari *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah untuk mencapai target "*zero breakdown*" dan "*zero defect*". Konsep TPM diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas keseluruhan perusahaan manufaktur, dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai alat pengukuran untuk mengamati dan mengevaluasi kinerja mesin dan peralatan (Iswardi & Sayuti, 2019).

Berdasarkan kondisi standar *world class manufacturing* nilai ideal untuk semua indikator OEE sesuai standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) adalah sebagai berikut:

1. *Availability rate* : 90%
2. *Performance rate* : 95%
3. *Quality rate* : 99%
4. *OEE rate* : 85%

Keterangan nilai tetapan OEE berdasarkan JIPM adalah:

- a. OEE dengan nilai 100% dianggap sempurna yaitu hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dengan *performance* yang cepat dan tidak ada *downtime*
- b. OEE dengan nilai 85% - 99% dianggap kelas dunia. Skor ini cocok dijadikan goals jangka panjang
- c. OEE dengan nilai 60% - 84% dianggap wajar, tetapi menunjukkan untuk dilakukan *imporovement* yang besar
- d. OEE dengan nilai < 60% dianggap skor rendah, dalam kasusnya dapat melakukan *improve* dengan pengukuran langsung misalnya dengan menelusuri alasan terjadinya *downtime* dan menangani sumber penyebab satu per satu.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE merupakan angka dalam bentuk rasio antara hasil produksi aktual dibagi dengan hasil produksi maksimal yang dapat dicapai oleh peralatan dalam kondisi kinerja optimal. Tujuan utama OEE adalah untuk mengukur efisiensi dan performa mesin atau proses produksi secara keseluruhan (Arifianto, 2018).

Purnama, 2018 menjelaskan pengukuran OEE didasarkan pada 3 indikator utama yaitu *Availability Ratio*, *Performance Ratio*, dan *Quality Ratio*.

1. *Availability Ratio* adalah rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia dalam kegiatan operasi mesin

maupun peralatan. *Availability Ratio* dihitung dengan rumus berikut:

$$Availability = \frac{Operation\ time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Operation\ Time = Loading\ time - Downtime$$

$$Loading\ time = Available\ time - Plannned\ Downtime$$

2. *Performance Ratio* adalah rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam memproduksi barang. 3 faktor penting dalam rasio ini adalah *Idle Cycle Time* (Waktu siklus ideal), *Processed amount* (produk yang diproduksi) dan *operation time* (waktu operasi mesin)

$$Performance\ Rate = \frac{Processed\ Amount \times Ideal\ Cycle\ Time}{Production\ Time} \times 100\%$$

3. *Quality Ratio* adalah rasio yang menggambarkan kemampuan mesin atau peralatan menghasilkan produk yang sesuai dengan standar.

$$Quality\ Rate = \frac{Processed\ Amount - Gross\ Product}{Processed\ Amount} \times 100\%$$

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

Six Big Losses

OEE dapat membantu evaluasi apakah mesin dan peralatan beroperasi dengan kondisi normal atau tidak dengan menggunakan 6 faktor sebagai kerugian besar untuk mengetahui *losses* terbesar yang mempengaruhi efektivitas (Sihombing *et al.*, 2017). Maulana, 2022 menyebutkan 6 faktor dalam OEE yang disebut sebagai 6 kerugian besar yaitu:

1. *Downtime Losses* terdiri dari:

- a. *Breakdown Losses* merujuk pada kerusakan yang terjadi secara mendadak atau tidak terduga yang menyebabkan kerugian.

$$Breakdown\ Losses = \frac{Total\ Waktu\ Kerusakan}{Loading\ Time} \times 100\%$$

- b. *Setup and Adjustment Losses* mencakup semua waktu *setup*, termasuk waktu penyesuaian dan waktu yang diperlukan untuk beralih dari produksi satu jenis

produk ke jenis produk berikutnya pada tahap proses produksi selanjutnya.

$$SA = \frac{Total\ Waktu\ Setup\ dan\ Adjustment}{Loading\ Time} \times 100\%$$

2. *Speed Loss* terdiri dari:

- a. *Idling and Minor Stoppage Losses* terjadi akibat mesin mengalami pemberhentian sejenak, kejadian kemacetan mesin, dan waktu tidak produktif dari mesin.

$$IM = \frac{Nonproductive\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

- b. *Reduced Speed Losses* adalah kerugian yang timbul karena mesin atau peralatan tidak beroperasi secara optimal, mengalami penurunan kecepatan yang terjadi ketika kecepatan aktual mesin atau peralatan lebih rendah dari kecepatan optimal atau kecepatan yang telah dirancang untuk mesin tersebut.

$$RS = \frac{(Operation\ Time - (Ideal\ Cycle\ Time \times Gross\ Product))}{Loading\ Time} \times 100\%$$

3. *Defect Loss* terdiri dari:

- a. *Process Defect* Merupakan kerugian yang timbul akibat adanya produk cacat atau karena produk harus diproses ulang.

$$PD = \frac{Ideal\ Cycle\ Time \times Total\ Defect\ Amount}{Loading\ Time} \times 100\%$$

- b. *Reduced Yield Losses* disebabkan oleh material yang tidak terpakai atau sampah bahan baku.

$$RYL = \frac{Ideal\ Cycle\ Time \times scrap}{Loading\ Time} \times 100\%$$

Diagram Pareto

Diagram pareto diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Alfredo Pareto. Diagram ini merupakan suatu gambar data berdasarkan tingkatnya dari kiri ke kanan, mulai dari yang tertinggi hingga yang terendah dan digunakan membantu memusatkan pada upaya mengatasi masalah (Arifin, 2019). Dengan menggunakan Diagram Pareto, masalah dapat diidentifikasi yang memiliki dominasi serta memahami prioritas dalam menyelesaikannya.

Diagram Sebab Akibat (Fishbone Diagram)

Diagram ini menggambarkan hasil atau dampak dari suatu masalah, dengan berbagai

penyebab yang menyebabkannya. Hasil atau dampak tersebut digambarkan seperti moncong kepala. Sementara itu, elemen-elemen yang mewakili penyebab-penyebab yang berkaitan dengan masalah tersebut akan diwakili oleh tulang ikan yang diatur sesuai dengan pendekatan permasalahannya.

Time to Failure (TTF) dan Time to Repair (TTR)

Perhitungan TTF melibatkan mengukur waktu dari saat mesin selesai diperbaiki hingga terjadinya kerusakan berikutnya. Sementara TTR dihitung sebagai kebalikan dari TTF, yaitu waktu yang dibutuhkan dari saat mesin mengalami kerusakan hingga selesai diperbaiki. Data yang digunakan melibatkan interval waktu kerusakan dan lama waktu *downtime* dari komponen yang mengalami *downtime*.

FMEA (Failure Mode And Effect Analysis)

FMEA adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk menetapkan urutan kepentingan dalam pemeliharaan mesin dengan menilai kemungkinan terjadinya kegagalan pada peralatan tersebut (Yaqin *et al.*, 2020).

Untuk menentukan komponen kritis digunakan metode FMEA. Dengan mengidentifikasi dan menilai tingkat risiko dari setiap mode kegagalan, dapat ditentukan komponen yang memiliki dampak paling signifikan terhadap kinerja dan kehandalan sistem secara keseluruhan. Komponen yang kritis ditentukan berdasarkan hasil nilai RPN paling tinggi.

Untuk menghitung RPN digunakan rumus:
 $RPN = Severity \times Occurancy \times Detection$

Age Replacement

Metode Age Replacement melakukan penggantian pencegahan tergantung pada umur pakai dari komponen. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan ulang interval penggantian berikutnya sesuai dengan jangka waktu yang telah ditentukan sebelumnya (Rachman *et al.*, 2022)

Rumus perhitungan Age Replacement adalah sebagai berikut:

$$D(t_p) = \frac{Tp \cdot R(t_p) + Tf \cdot (1 - R(t_p))}{(t_p + T_p) \cdot R(t_p) + M(t_p) + T_f \cdot ((1 - R(t_p)))}$$

$$R(tp) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\theta} \right)^\beta \right]$$

$$F(tp) = 1 - R(tp)$$

$$M(tp) = MTTF / (F(tp))$$

Dimana:

$D(tp)$ = Probabilitas total downtime per satuan waktu

$R(tp)$ = Nilai reliability pada saat (tp)

$M(tp)$ = Nilai rata-rata waktu terjadinya kerusakan

$F(tp)$ = Nilai kegagalan komponen

T_f = Waktu penggantian kerusakan

T_p = Waktu penggantian pencegahan

tp = Interval waktu penggantian pencegahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam perhitungan adalah data *delay* mesin pada bulan Januari – Agustus 2023 pada PT Primissima.

Tabel 1 Data Downtime

Bulan	Schedule Shutdown	Penyetelan Sparepart	Penyemprotan Mesin	Machine Break	Power Cut off	Total Downtime
Januari	870	1900	5220	700	0	8690
Februari	810	1620	4860	660	0	7950
Maret	900	1140	5400	400	0	7840
April	690	550	4140	180	0	5560
Mei	870	780	5220	120	0	6990
Juni	840	670	5040	0	0	6550
Juli	900	350	5400	60	0	6710
Agustus	900	290	5400	80	0	6670

Sumber : Olah Data, (2023)

Downtime merupakan waktu dimana mesin tidak dapat melakukan operasi karena adanya gangguan terhadap mesin atau peralatan. Faktor yang menjadikan *downtime* pada mesin AJL adalah *schedule shutdown*, penyetelan *sparepart*, penyemprotan mesin, *power cut – off*, dan *machine break*.

Dari data tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan *loading time* dan diperoleh nilai Availability Rate sebagai berikut:

Tabel 2 Hasil Availability Rate

Bulan	Loading Time	Total Downtime	Operation Time	Availability Rate
Januari	39.660	8.690	30.970	78,09%
Februari	36.990	7.950	29.040	78,51%
Maret	40.950	7.840	33.110	80,85%
April	31.560	5.560	26.000	82,38%
Mei	39.660	6.990	32.670	82,38%
Juni	38.010	6.550	31.460	82,77%
Juli	44.460	6.710	37.750	84,91%
Agustus	41.040	6.670	34.370	83,75%

Sumber : Olah Data, (2023)

Dari perhitungan tersebut nilai terendah adalah pada bulan Januari yaitu 78,09% dan

nilai tertinggi pada bulan Juli yaitu 84,91% rata-rata nilai *availability* adalah 81,70%. Nilai ini masih di bawah standar JIPM yaitu 90%.

Kemudian dilakukan perhitungan *performance rate* yang melibatkan %jam kerja dengan hasil sebagai berikut:

$$\% \text{ jam kerja} = \left(1 - \frac{\text{Total Delay}}{\text{Available Time}}\right) \times 100\%$$

Tabel 3 % Jam Kerja

Bulan	Available Time	Total Delay	Jam Kerja Efektif
Januari	41.400	10.430	74,81%
Februari	38.610	9.570	75,21%
Maret	42.750	9.640	77,45%
April	32.940	6.940	78,93%
Mei	41.400	8.730	78,91%
Juni	39.690	8.230	79,26%
Juli	46.260	8.510	81,60%
Agustus	42.840	8.470	80,23%

Sumber : Olah Data, (2023)

Hasil %Jam Kerja kemudian digunakan dalam perhitungan *Ideal Cycle Time* dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4 *Ideal Cycle Time*

Bulan	Gross Product	Loading Time	Ideal Cycle Time
Januari	574.577,30	39.660	0,05163511
Februari	579.737,90	36.990	0,047989856
Maret	671.654,70	40.950	0,047220536
April	335.944,20	31.560	0,074151442
Mei	512.073,20	39.660	0,061118045
Juni	554.553,20	38.010	0,05432907
Juli	513.171,20	44.460	0,070699853
Agustus	428.320,70	41.040	0,076872032

Sumber : Olah Data, (2023)

Dari kedua perhitungan di atas kemudian diperoleh hasil *Performance Rate* sebagai berikut:

Tabel 5 *Performance Rate*

Bulan	Produksi	Ideal Cycle Time	Operation Time	Performance Rate
Januari	797.296,85	0,05163511	30.970	132,93%
Februari	936.769,81	0,047989856	29.040	154,81%
Maret	989.768,92	0,047220536	33.110	141,16%
April	504.211,98	0,074151442	26.000	143,80%
Mei	722.679,30	0,061118045	32.670	135,20%
Juni	754.859,88	0,05432907	31.460	130,36%
Juli	727.598,08	0,070699853	37.750	136,27%
Agustus	601.292,01	0,076872032	34.370	134,49%

Sumber : Olah Data, (2023)

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai *performance rate* sudah memenuhi standart JIPM yaitu 95%. Dari perhitungan tersebut nilai terendah adalah pada bulan Juni yaitu 130,36% dan nilai tertinggi pada bulan Februari yaitu 154,81%. Nilai rata – rata *performance rate* adalah 138,63%,

Berikut merupakan hasil dari perhitungan *Quality Rate* periode Januari – Agustus 2023

Tabel 6 Hasil Perhitungan *Quality Rate*

Bulan	Processed Amount	Total Broke	Quality Rate
Januari	797.296,85	222719,55	72,1%
Februari	936.769,81	357031,91	61,9%
Maret	989.768,92	318114,22	67,9%
April	504.211,98	168267,78	66,6%
Mei	722.679,30	210606,10	70,9%
Juni	754.859,88	200306,68	73,5%
Juli	727.598,08	214426,88	70,5%
Agustus	601.292,01	172971,31	71,2%

Sumber : Olah Data, (2023)

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai *quality rate* masih belum memenuhi dari standart JIPM yaitu 99%. Dari perhitungan tersebut nilai terendah adalah pada bulan Februari yaitu 61,9% dan nilai tertinggi pada bulan Juni yaitu 73,5%. Rata- rata dari nilai *Quaity Rate* ini adalah 69,3%.

Dari ketiga perhitungan indikator OEE di atas kemudian diketahui hasil OEE yaitu sebagai berikut:

Tabel 7 Hasil OEE

Bulan	Availability Rate	Performance Efficiency	Rate of Quality	OEE
Januari	78,09%	132,93%	72,1%	74,81%
Februari	78,51%	154,81%	61,9%	75,21%
Maret	80,85%	141,16%	67,9%	77,45%
April	82,38%	143,80%	66,6%	78,93%
Mei	82,38%	135,20%	70,9%	78,91%
Juni	82,77%	130,36%	73,5%	79,26%
Juli	84,91%	136,27%	70,5%	81,60%
Agustus	83,75%	134,49%	71,2%	80,23%

Sumber : Olah Data, (2023)

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai OEE belum memenuhi dari standart JIPM yaitu 85%. Dari perhitungan tersebut nilai terendah adalah pada bulan Januari yaitu 74,81% dan nilai tertinggi pada bulan Juli yaitu 81,60%.

Berdasarkan perhitungan diatas kemudian diketahui rata-rata OEE pada bulan Januari – Agustus adalah 78,30. Nilai tersebut termasuk dalam OEE dengan nilai 60% - 84% yang dianggap wajar, tetapi menunjukkan untuk dilakukan *improvement* yang besar.

Perhitungan OEE yang diketahui memiliki nilai belum memenuhi standar JIPM kemudian dilakukan perhitungan terhadap six big losses untuk mengetahui faktor yang paling mempengaruhi terhadap efektivitas mesin.

Untuk mengetahui *losses* yang paling mempengaruhi terhadap efektivitas mesin maka dilakukan perhitungan terhadap *six big losses* dan diperoleh hasil sebagai berikut:

a. Breakdown Losses

Tabel 8 Hasil *Breakdown Losses*

Bulan	Total Breakdown	Loading time	Breakdown Losses
Januari	700	39.660	1,8%
Februari	660	36.990	1,8%
Maret	400	40.950	1,0%
April	180	31.560	0,6%
Mei	120	39.660	0,3%
Juni	0	38.010	0,0%
Juli	60	44.460	0,1%
Agustus	80	41.040	0,2%

Sumber : Olah Data, (2023)

b. Setup and Adjustment Losses

Tabel 9 Hasil *Setup and Adjustment Losses*

Bulan	Setup and Adjustment Time			Total	Loading time	Set up Loss
	Schedule Shutdown	Penyetelan Sparepart	Warm up Time			
Januari	780	1900	0	2680	39660	6,8%
Februari	690	1620	0	2310	36990	6,2%
Maret	780	1140	0	1920	40950	4,7%
April	750	550	0	1300	31560	4,1%
Mei	780	780	0	1560	39660	3,9%
Juni	690	670	0	1360	38010	3,6%
Juli	750	350	0	1100	44460	2,5%
Agustus	780	290	0	1070	41040	2,6%

Sumber : Olah Data, (2023)

c. Idling and Minor Stoppage

Tabel 10 Hasil *Idling and Minor Stoppage*

Bulan	Penyemprotan Mesin	Loading time	Idling and Minor Stoppage
Januari	5.220	39.660	13,16%
Februari	4.860	36.990	13,14%
Maret	5.400	40.950	13,19%
April	4.140	31.560	13,12%
Mei	5.220	39.660	13,16%
Juni	5.040	38.010	13,26%
Juli	5.400	44.460	12,15%
Agustus	5.400	41.040	13,16%

Sumber : Olah Data, (2023)

d. Redued Speed Losses

Tabel 11 Hasil *Reduce Speed Losses*

Bulan	Operation Time	Ideal Cycle Time	Gross Product	Loading time	Reduced Speed Losses
Januari	30970	0,05163511	574577,3	39660	3,3%
Februari	29040	0,047989856	579737,9	36990	3,3%
Maret	33110	0,047220536	671654,7	40950	3,4%
April	26000	0,074151442	335944,2	31560	3,5%
Mei	32670	0,061118045	512073,2	39660	3,5%
Juni	31460	0,05432907	554553,2	38010	3,5%
Juli	37750	0,070699853	513171,2	44460	3,3%
Agustus	34370	0,076872032	428320,7	41040	3,5%

Sumber : Olah Data, (2023)

e. Deffect Losses

Tabel 12 Hasil *Process Deffect*

Bulan	Loading time	Ideal Cycle Time	Rework (Deffect)	Deffect Loss
Januari	39.660	0,0516351	0	0,0%
Februari	36.990	0,0479899	0	0,0%
Maret	40.950	0,0472205	0	0,0%
April	31.560	0,0741514	0	0,0%
Mei	39.660	0,061118	0	0,0%
Juni	38.010	0,0543291	0	0,0%
Juli	44.460	0,0706999	0	0,0%
Agustus	41.040	0,076872	0	0,0%

Sumber : Olah Data, (2023)

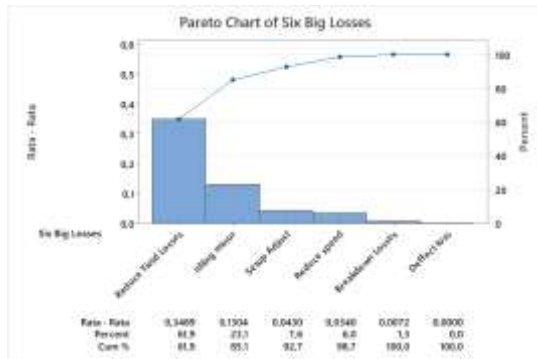
f. *Reduce Yield Losses*

Tabel 13 *Reduce Yield Losses*

Bulan	Loading time	Ideal Cycle Time	Scrap	Scrap loss
Januari	39.660	0,0516351	222.719,6	29,0%
Februari	36.990	0,0479899	357.031,9	46,3%
Maret	40.950	0,0472205	318.114,2	36,7%
April	31.560	0,0741514	168.267,8	39,5%
Mei	39.660	0,061118	210.606,1	32,5%
Juni	38.010	0,0543291	200.306,7	28,6%
Juli	44.460	0,0706999	214.426,9	34,1%
Agustus	41.040	0,076872	172.971,3	32,4%

Sumber : Olah Data, (2023)

Presentase keenam faktor kemudian diaplikasikan ke dalam diagram pareto sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Pareto

Sumber : Olah Data, (2023)

Dari prinsip pareto 80/20, diketahui dari sisi kiri titik 80% adalah 20% diketahui *losses* paling besar yang berpengaruh terhadap efektivitas mesin adalah *Reduce Yield Losses* dengan presentase nilai 61,9%, hal ini terjadi karena adanya *scrap* produk yang sangat tinggi.



Gambar 2 Diagram Sebab Akibat

Sumber : Olah Data, (2023)

Adapun penjelasan mengenai penyebab tingginya *Reduce Yield Losses* pada setiap faktor pada diagram sebab akibat adalah sebagai berikut:

1. Faktor Mesin: Setting mesin yang sering kali tidak sesuai. Hal ini terjadi karena pergantian *shift* yang menyebabkan kurangnya ketelitian
2. Faktor Metode: Tidak adanya *preventif maintenance*. Hal ini berpengaruh terhadap kemungkinan *downtime* yang terjadi secara tiba - tiba sehingga muncul gangguan produksi. Prosedur Produksi yang tidak tepat misalnya pengkajian yang tidak sesuai dengan SOP suhu.
3. Faktor Lingkungan: Suhu dan Kelembaban tidak sesuai.
4. Faktor Manusia: Beberapa mahasiswa dan siswa SMK yang melakukan kerja praktik, dan magang masih kurang pengalaman dalam melakukan pekerjaan.

Pada faktor – faktor diatas dijelaskan bahwa terdapat perbaikan mesin secara *breakdown* dan perlunya *preventive maintenance* untuk mengupayakan mesin yang bekerja secara optimal sehingga diharapkan dapat mengurangi nilai *scrap* yang menyebabkan tingginya nilai *reduce yield losses*. Oleh karena hal tersebut sebaiknya dilakukan pemeliharaan mesin melalui *preventive maintenance* dengan usulan metode adalah *Age Replacement*.

Untuk menentukan komponen kritis dilakukan dengan menggunakan metode FMEA

Tabel 14 Perhitungan FMEA

No.	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab	Efek	S	O	D	RPN
1	Kamran	Membuat mulut lusi	Kerusakan pada kamran (jebol)	Baut kamran aus, Gun keras	Mesin AJL berhenti	8	8	4	256
2	Oli Sirkulasi	Mengalir kan oil came ke seluruh bagian mesin	Oli sirkulasi macet	Filter kotor	Mesin AJL berhenti	8	6	3	144
3	Belt Take Up	Menggul ung kain	Belt Take Up Putus	Sparepart sudah aus	Mesin AJL berhenti	8	4	2	64
4	Back Rest	Menyalurkan benang utama (warp) dari beam dan menuju mesin tenun.	Back Rest Seret	Back Rest Kotor	Benang putus	6	3	3	84

Sumber : Olah Data, (2023)

Setelah dilakukan pengisian tabel *worksheet* FMEA dari komponen mesin AJL, dapat diketahui komponen kritis dari mesin *Air Jet Loom* (AJL) adalah komponen kamran. Komponen ini berfungsi sebagai pembuka mulut lusi. Mode kegagalan dari komponen kamran adalah komponen yang jebol. Penyebab kegagalannya adalah baut pada kamran yang sudah aus. Hal ini menyebabkan spare part harus diganti. Efek kegagalan yang ditimbulkan adalah mesin AJL berhenti beroperasi dengan tingkat severity: 8 (mesin telah terhenti atau tidak dioperasikan, karena kehilangan fungsi utamanya), tingkat occurrence: 8 (terjadi dalam waktu kurang dari 5 – 8 kali operasi), dan tingkat detection: 4 (hampir mudah untuk mendeteksi penyebab potensi dan jenis kegagalan selanjutnya). Sehingga didapat nilai RPN sebesar 256 dari hasil perkalian antara *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

Perhitungan Age Replacement untuk komponen kamran adalah sebagai berikut:

$$D(t_p) = \frac{Tp \cdot R(t_p) + Tf \cdot (1 - R(t_p))}{(t_p + T_p) \cdot R(t_p) + M(t_p) + T_f \cdot ((1 - R(t_p)))}$$

$$D(1) = \frac{120,0,916029 + 82,5 \cdot (1 - 0,916029)}{(1 + 120) \cdot 0,916029 + (7,087975 + 82,5) \cdot (1 - 0,916029)}$$

Perhitungan ini dilakukan untuk beberapa percobaan hingga menemukan nilai optimal. Nilai optimal akan diketahui ketika nilai Dt menurun dan Dt selanjutnya meningkat. Berikut merupakan hasil perhitungan penentuan *interval* perawatan dengan *Age Replacement*:

Tabel 15 Hasil Interval Perawatan dengan *Age Replacement*

D(tp)	R(tp)	F(tp)	M(tp)	D(tp)
1	0,916029	0,083971	95,31813	0,929077
2	0,823918	0,176082	45,45612	0,921561
3	0,735018	0,264982	30,2058	0,915117
4	0,652	0,348	22,99999	0,909733
5	0,575817	0,424183	18,86922	0,905345
6	0,506695	0,493305	16,22527	0,901869
7	0,444492	0,555508	14,40844	0,899211
8	0,38887	0,61113	13,09705	0,897272
9	0,339387	0,660613	12,11603	0,895955
10	0,295555	0,704445	11,36214	0,895167
11	0,256871	0,743129	10,77068	0,894820
12	0,222841	0,777159	10,29905	0,894833

Sumber : Olah Data, (2023)

Dari perhitungan Age Replacement dapat diketahui nilai tp 11 adalah nilai optimal yang diperoleh karena nilai Dt menurun dan pada tp 12 nilai Dt meningkat, oleh karena itu pada Tp 11 merupakan nilai interval perbaikan yang optimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan serta melalui perhitungan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai OEE pada mesin *Air Jet Loom* periode bulan Januari – Agustus diperoleh nilai rata – rata OEE adalah sebesar 78,30%. Nilai tersebut diketahui belum mencapai standar JIPM yaitu 85% dan diperlukan *improvement* yang besar.
2. Untuk melakukan *improvement* yang dimaksudkan dalam poin satu, diperlukan perhitungan *six big losses* untuk mengetahui losses yang paling berpengaruh terhadap efektivitas mesin. Setelah dilakukan perhitungan diketahui losses dengan nilai yang tertinggi yaitu *reduced yield losses*. Digunakan diagram pareto dengan prinsip 80/20 dan diketahui losses terbesar yang mempengaruhi adalah *reduced yield losses* dengan nilai persentasenya adalah 61,9%. Melalui diagram sebab akibat, diketahui penyebab terjadinya losses adalah dengan beberapa faktor yaitu faktor mesin dimana setting mesin sering kali tidak sesuai, faktor metode yaitu tidak adanya *preventif maintenance* dan prosedur produksi yang kurang sesuai, faktor lingkungan yaitu suhu dan kelembaban yang tidak sesuai, faktor manusia disebabkan adanya anak magang atau kerja praktik yang kurang pelatihan dari faktor tersebut diusulkan untuk menerapkan *preventive maintenance* dengan metode *Age Replacement*.
3. Metode *Age Replacement* sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan efektivitas mesin melalui perubahan sistem pemeliharaan mesin yang sebelumnya *breakdown maintenance* menjadi *preventive maintenance*. Hasil perhitungan dengan metode *Age Replacement* diketahui komponen kritis adalah komponen kamran dan hasil interval perawatan adalah 11 hari. Dari hasil interval tersebut, diketahui apabila dalam satu bulan terdapat 30 hari

dan perawatan dilakukan dalam interval 11 hari maka perawatan yang dilakukan adalah sebanyak 3 kali, jumlah ini lebih sedikit daripada breakdown awal yang terjadi pada komponen kamran sebelumnya yaitu 16 kali breakdown.

Saran

1. Berdasarkan hasil perhitungan OEE yang masih dibawah standar, diketahui bahwa salah satu penyebab adalah belum adanya pemeliharaan secara rutin atau terjadwal sehingga menyebabkan turunnya efektifitas mesin, dalam hal ini perusahaan perlu menerapkan adanya pemeliharaan mesin secara terjadwal.
2. Memperhatikan SOP yang adalah perusahaan ketika akan menggunakan mesin serta memberikan edukasi, evaluasi, dan pelatihan dengan rutin secara menyeluruh kepada seluruh pihak perusahaan untuk meningkatkan kesadaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifianto, A. (2018). Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness. *Tugas Akhir*, 6(1), 1–8.
- Arifin, Z. (2019). Pengendalian Kualitas Dengan Metode Nominal Group Technology (NGT) dan Poka-Yoke untuk Mengurangi Jumlah Cacat Panel Assy di PT. XYZ. *Profisiensi*, 7(2), 76–85.
- Herry, A. P., Farida, F., & Lutfia, N. I. (2018). Performance analysis of TPM implementation through Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 453(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/453/1/012061>
- Iswardi, & Sayuti. (2019). Analisis Produktivitas Perawatan Mesin dengan Metode TPM (Total Productive Maintenance) Pada Mesin Mixing Section. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 4(2), 10–13.
- Maulana, Z. (2022). Implementasi Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Produksi Swing Arm Motor Menggunakan Metode Kaizen 5S di PT. Gema Air Masindo. *Gema Air Masindo Jurnal Inovasi*, 16, 2022.
- Purnama, A. T. (2018). *Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Meningkatkan Efektivitas Mesin Heavy Duty Di Pt . Tembaga Mulia Semanan , Tbk.*
- Rachman, T., Watunglawar, D. N., Amperajaya, M. D., Adnan, S. R., & Sriwana, I. K. (2022). Penentuan Interval Waktu Penggantian dan Perbaikan Komponen Kritis Mesin Bubut Type SS-850 di PT. Hamdan Jaya Makmur Dengan Metode Age Replacement. *Jurnal METRIS*, 23(01), 52–61. <https://doi.org/10.25170/metris.v23i01.3547>
- Sgarbossa, F., Zennaro, I., Florian, E., & Calzavara, M. (2019). Age replacement policy in the case of no data: the effect of Weibull parameter estimation. *International Journal of Production Research*, 58(19), 5851–5869. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1660824>
- Sihombing, I., Susanto, N., & Suliantoro, H. (2017). Analisis Efektivitas Mesin Reng Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Di Cv. Ali Griya, Semarang. *Industrial Engineering Online Journal*, 1–15.
- Siregar, C. T. N., Kindangen, P., & Palandeng, I. D. (2022). Evaluasi Pemeliharaan Mesin dan Peralatan Produksi PT. Multi Nabati Sulawesi (MNS) Kota Bitung. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 10(3), 428. <https://doi.org/10.35794/emba.v10i3.42362>
- Yaqin, R. I., Zamri, Z. Z., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., Alirejo, M. S., & Umar, M. L. (2020). Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(3), 189–200. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v9i3.4075.189-200>