

ISSN 2087-3336 (Print) | 2721-4729 (Online)

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 8, Nomor 1, Januari 2021, hlm. 10-22

<http://jurnal.sttcileungsi.ac.id/index.php/tekno>

DOI: 10.37373

USULAN PERBAIKAN MELALUI PENERAPAN TOTAL *PRODUCTIVE MAINTENANCE* DENGAN METODE OEE PADA MESIN *TWIN SCREW EXTRUDER* PVC DI PT. XYZ

PROPOSED IMPROVEMENT THROUGH THE IMPLEMENTATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE WITH OEE METHOD ON TWIN SCREW EXTRUDER PVC MACHINE AT PT. XYZ

T Budi Agung, Miftahul Imtihan*, Suwaryo Nugroho

Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Muhammadiyah Cileungsi, Bogor, Jawa Barat-Indonesia 16820

*Koresponden email: miftahul@sttcileungsi.ac.id

ABSTRAK

Perawatan pada esensinya untuk mengurangi atau meminimalisir kerusakan pada mesin atau peralatan, yang berakibat pada penurunan hasil produksi. Keberlangsungan produktivitas proses produksi dapat ditentukan dengan indikator tingkat OEE. PT. XYZ sebuah perusahaan manufaktur yang menggunakan mesin *twin screw extruder*. Berdasarkan temuan di lapangan, bahwa selama proses produksi 12 bulan mesin ini seringkali mengalami isu terkait *six big losses* sehingga mengurangi tingkat *availability*, *performance* dan *quality*. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan usulan perbaikan pemeliharaan mesin secara preventif dan berkala sehingga kerusakan mesin mampu meminimalisir secara optimal. Metode yang diterapkan dalam mencapai target yaitu dengan menerapkan TPM (*Total productive maintenance*) melalui pendekatan metode OEE (*Overall equipment effectiveness*) dan analisis *fishbone*. Temuan dari data-data produksi ditemukan banyaknya isu terkait *quality* dan *rework*, dengan temuan *defect* rata-rata 12%, tingkat *scrap* rata-rata 2% dan tingkat *rework* rata-rata 6%. Dari hasil analisis perhitungan nilai rata-rata OEE pada mesin *twin screw extruder* PVC di PT. XYZ adalah 63.10% yang berarti masih jauh dari standar *world class* 85%, dengan deviasi sekitar (21.90%). Hal ini mengindikasikan masih adanya ruang *improvement* dan perbaikan yang harus dilakukan. Sedangkan dari indikator utama yang berpengaruh terhadap nilai OEE adalah *equipment failure* dengan kisaran 2502.50 jam, dan dari hasil diskusi terhadap analisis *fishbone* disimpulkan bahwa aspek metode merupakan yang paling berperan terhadap *equipment failure* tersebut perlunya beberapa usulan perbaikan guna memperbaiki tingkat OEE.

Kata Kunci: TPM, OEE, mesin, world class.

ABSTRACT

Maintenance is essentially to reduce or minimize damage to machines or equipment, which results in reduced production yields. The continuity of the productivity of the production process can be determined by the OEE level indicator. PT. XYZ is a manufacturing company that uses a twin-screw extruder. Based on the findings in the field, that during the 12-month production process, this machine



TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi & Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. ISSN 2087-3336 (Print) | 2721-4729 (Online)

often experiences issues related to six big losses, thereby reducing availability, performance, and quality. The purpose of this research is to propose to improve the maintenance of machines in a preventive and periodic manner so that machine damage can be minimized optimally. The method applied in achieving the target is by applying TPM (Total productive maintenance) through the OEE (Overall equipment effectiveness) method approach and fishbone analysis. The findings from the production data show that there are many issues related to quality and rework, with an average defect finding of 12%, an average scrap rate of 2%, and an average rework rate of 6%. From the results of the analysis of the calculation of the average value of OEE on a PVC twin screw extruder at PT. XYZ is 63.10% which means it is still far from the world-class standard of 85%, with a deviation of around (21.90%). This indicates that there is still room for improvement and improvements that need to be made. Meanwhile, the main indicator that affects the OEE value is equipment failure with a range of 2502.50 hours, and from the results of the discussion on fishbone analysis, it is concluded that the method aspect is the most influential on the equipment failure. There is a need for some improvement suggestions to improve the OEE level.

Keywords: TPM, OEE, machine, world-class.

1. PENDAHULUAN

Dalam industri manufaktur yang menuntut tingkat produktivitas tinggi, maka kontrol dan pengawasan terhadap tingkat *downtime* merupakan hal yang mutlak dalam menjaga tingkat *availability* dan *performance* mesin. Esensi lain dari aktivitas perawatan adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas mesin-peralatan sehingga mampu berfungsi secara baik. TPM dalam hal ini adalah sebuah pendekatan holistik untuk pemeliharaan peralatan yang berupaya mencapai proses produksi yang mendekati sempurna. [1] Untuk menilai dan memperbaiki kebijakan pemeliharaan hendaknya berdasarkan pada TPM. [2] Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja produksi yaitu melalui penerapan TPM.[3] Pentingnya TPM yang digunakan sebagai alat *lean manufacturing* dalam konteks industri 4.0. [4] Tujuan TPM adalah meminimalisasi kerugian dari sistem manufaktur sehingga mengurangi biaya produksi dengan melakukan pendekatan OEE. [5] Hasil analisis mengungkapkan bahwa inisiatif pemeliharaan tradisional dan inisiatif implementasi TPM secara signifikan mempengaruhi kinerja manufaktur, tetapi tidak mempengaruhi kepemimpinan manajemen puncak serta divisi pemeliharaan.[6] Ketika berproduksi masalah yang sering muncul adalah *downtime*, *breakdown*, *setup and adjustment* yang mengakibatkan produktivitas hasil produksi berkurang.[7] Pada penelitian lain bahwa rendahnya nilai OEE yang diperoleh dari suatu mesin disebabkan atas empat faktor; pengetahuan operator (*man*) yang kurang tentang mesin, suhu lem yang tidak stabil (*machine*), pemasok (*material*) yang terlambat dan waktu penggantian pemotong (*method*) yang tidak efisien. [8] Perawatan mesin bertujuan untuk mengurangi atau menghindari kerusakan pada mesin atau peralatan dengan metode OEE [9]. OEE merupakan suatu ukuran penggunaan peralatan yang diketahui, mencakup ketersediaan, kualitas, serta kinerja aliran produksi [10]. OEE dapat membantu perusahaan mengidentifikasi persoalan utama terkait adanya ketersediaan serta efisiensi kinerja.[11] Pengukuran OEE sering kali menjadi bagian sentral dan alasan penting untuk investasi. [12] Kerugian efisiensi operasional ditemukan memiliki dampak terbesar pada OEE yang diikuti oleh kerugian ketersediaan.[13] Pada penggunaan metode OEE yang dilanjutkan dengan perhitungan OEE six big losses dapat mengetahui besarnya efisiensi yang hilang pada masing-masing faktor *six big losses* [14]. Enam *six big losses* utama terkait OEE, yaitu kegagalan mesin dan proses, *set up adjustment* dan penyesuaian mesin, penghentian kecil di sela proses, *reduced speed/* pengurangan kecepatan, cacat dalam proses, dan produk tidak lolos QC. pengurangan hasil di tempat pertama, diperiksa dengan bantuan analisis *pareto*, dan analisis sebab-akibat (*fishbone*).[15] OEE digunakan untuk mengetahui nilai efektivitas mesin dan penyebab masalah yang dapat diselesaikan dengan

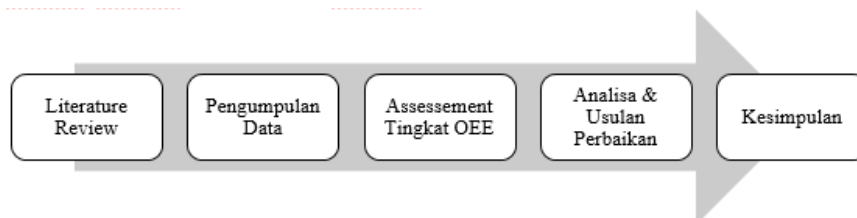


USULAN PERBAIKAN MELALUI PENERAPAN TOTAL *PRODUCTIVE MAINTENANCE* DENGAN METODE OEE PADA MESIN *TWIN SCREW EXTRUDER* PVC DI PT. XYZ

menggunakan FMEA.[16] Alat yang berharga untuk membangun dan memelihara keandalan sistem, keseluruhan efektivitas peralatan (OEE) telah terbukti sangat efektif dalam mengurangi waktu henti yang tidak terjadwal untuk perusahaan di seluruh dunia. [17] PT. XYZ adalah sebuah perusahaan manufaktur yang menggunakan mesin *twin screw extruder*. Berdasarkan temuan di lapangan, data catatan *maintenance* dan data-data produksi selama 12 bulan, mesin ini seringkali mengalami isu terkait *six big losses* sehingga mengurangi tingkat *availability*, *performance* dan *quality*. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan usulan perbaikan pemeliharaan mesin secara *preventive* dan berkala sehingga kerusakan mesin mampu meminimalisir secara optimal. Metode yang diterapkan dalam mencapai target yaitu dengan menerapkan TPM (*Total productive maintenance*) melalui pendekatan metode OEE (*overall equipment effectiveness*).

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, mencakup; 1). Metode literatur; yaitu melakukan tinjauan berbagai literatur yang sesuai sebagai dasar penelitian terkait permasalahan yang terjadi utamanya tentang penerapan TPM, OEE dan beberapa jurnal penelitian yang relevan sebelumnya; 2). Pengumpulan data; adalah melakukan pengumpulan data melalui tinjauan lapangan secara langsung untuk memperoleh data-data pokok yang meliputi data produksi, *defect*, *scrap*, *rework* serta data penunjang lainnya; 3). *Assesment* tingkat OEE; yaitu melakukan penilaian dan perhitungan terhadap kondisi tingkat OEE *existing*; 4). analisis dan usulan perbaikan; melakukan analisis untuk mencari akar masalah, dan memberikan usulan-usulan perbaikan yang harus dilakukan; 5). Kesimpulan; membuat kesimpulan terhadap proses tahapan keseluruhan penelitian, Untuk memperjelas, kerangka penelitian yang dimaksud.



Gambar 1. Kerangka penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data hasil produksi pipa PVC.

Berdasarkan data sekunder dari divisi produksi pipa PVC PT. XYZ sejak bulan Januari-Desember tahun 2019, diketahui bahwa selama proses produksi berjalan pada periode bulan tersebut ditemukan banyaknya isu terkait *quality* dan *rework*, dengan nilai *defect* rata-rata selama 12 bulan adalah 12%, tingkat *scrap* rata-rata 2% dan tingkat *rework* rata-rata 6%. *Defect* tertinggi terjadi pada bulan November yaitu sebesar 26%, yang dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Data produksi pipa PVC.

Bulan	Rencana produksi	Aktual produksi	<i>Defect</i>		<i>Scrap</i>		<i>Rework</i>		<i>Total quality issue</i>	
	(kg)	(kg)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
Januari	142.851	129.370	13.480	10%	2.696	2%	10.784	8%	26.960	21%
Februari	84.529	72.791	11.737	16%	2.347	3%	939	1%	15.023	21%
Maret	88.973	83.586	5.387	6%	1.077	1%	4.309	5%	10.773	13%
April	116.259	105.521	10.738	10%	2.147	2%	859	1%	13.744	13%

Mei	114.646	106.646	8.000	8%	1.600	2%	64	0%	9.664	9%
Juni			-	-	-	-	-	-	-	-
Juli	172.065	140.555	31.509	22%	6.301	4%	25.207	18%	63.017	45%
Agustus	64.248	60.185	4.063	7%	812	1%	325	1%	5.200	9%
September	119.442	114.521	4.921	4%	984	1%	3.937	3%	9.842	9%
Oktober	114.794	97.619	17.175	18%	3.435	4%	1.374	1%	21.984	23%
November	107.128	85.019	22.109	26%	4.421	5%	17.687	21%	44.217	52%
Desember	128.238	122.809	5.429	4%	1.085	1%	4.343	4%	10.857	9%

3.2 Perhitungan *OEE machine twin screw extruder*.

A. Perhitungan *availability*.

Availability merupakan gambaran dari suatu rasio penggunaan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi suatu mesin-peralatan. Ada 2 komponen yang mempengaruhi *availability* yaitu *equipment failure* dan *set-up dan adjustment*. Proses perhitungan *availability* bulan Januari.

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time} \times 100\% \tag{1}$$

$$Availability = \frac{744-25}{744} \times 100\% = 96.64\%$$

Dengan menggunakan metode yang sama, dilakukan dalam perhitungan per bulan diperoleh nilai *availability* yang dijelaskan tabel 2.

Tabel 2. Data perhitungan *availability*.

Bulan	Loading time	Down time	Availability
Januari	744	25	96.64% *)
Febuari	672	208	69.05%
Maret	744	202	72.85%
April	720	110	84.72%
Mei	744	35	95.30%
Juni	0	0	0.00%
Juli	744	90	87.97%
Agustus	744	278	62.63%
September	720	42	94.24%
Oktober	744	125	83.20%
November	720	54	92.50%
Desember	744	94	87.37%

B. Perhitungan *Performance Efficiency*.

Performance efficiency merupakan rasio yang menggambarkan kemampuan suatu peralatan atau mesin untuk dapat menghasilkan suatu *output* atau produk. Ada 2 komponen yang mempengaruhi *performance efficiency* yaitu *reduce speed* dan *idling and minor stoppage*.

$$Waktu\ siklus = \frac{Loading\ Time}{Total\ produksi} \tag{2}$$

$$Waktu\ siklus = \frac{744}{142851} = 0,0052\ jam/kg$$

$$Waktu\ siklus = waktu\ siklus \times \% \text{ Jam kerja} \tag{3}$$

$$Waktu\ siklus = 0.0052 \times 92.74\% = 0.0048\ jam/kg$$

USULAN PERBAIKAN MELALUI PENERAPAN TOTAL *PRODUCTIVE MAINTENANCE* DENGAN METODE OEE PADA MESIN *TWIN SCREW EXTRUDER* PVC DI PT. XYZ

Dengan menggunakan metode yang sama, dilakukan dalam perhitungan per bulan diperoleh nilai % jam kerja dan *idle cycle time* pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan % jam kerja dan *idle cycle time*.

Bulan	Produksi (a)	Loading time (b)	Cycle time (c)=(b)/(a)	% Jam Kerja (d)	Idle cycle time (e)
Januari	142,851.00	744	0.0052	92.74	0.0048% *)
Februari	84,529.00	672	0.0079	63.24	0.0050%
Maret	88,973.00	744	0.0084	66.73	0.0056%
April	116,259.00	720	0.0062	78.19	0.0048%
Mei	114,646.00	744	0.0065	60.22	0.0039%
Juni	-	-	-	-	-
Juli	172,065.00	744	0.0043	53.43	0.0023%
Agustus	64,248.50	744	0.0116	50.13	0.0058%
September	119,442.50	720	0.0060	84.24	0.0051%
Oktober	114,794.00	744	0.0065	77.55	0.0050%
November	107,128.00	720	0.0067	84.14	0.0057%
Desember	128,238.50	744	0.0058	46.77	0.0027%

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Process Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{129370.5 \times 0.0048}{690} \times 100\% = 90.00 \%$$

Dengan menggunakan metode yang sama diperoleh nilai *performance efficiency* bulan Januari-Desember yang dijelaskan pada tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan *performance efficiency*.

Bulan	Aktual produksi	Idle cycle time	Operation time	Performance efficiency
Januari	129,370.50	0.0048	690	90.00*)
Februari	72,791.50	0.0050	425	85.64
Maret	83,586	0.0056	496.5	94.28
April	105,521	0.0048	563	89.96
Mei	106,646	0.0039	422	98.56
Juni	-	-	-	-
Juli	140555.5	0.0023	276	117.13
Agustus	60,185	0.0058	373	93.59
September	114,521	0.0051	622	93.90
Oktober	97,619	0.005	577	84.59
November	85,019	0.0057	613	79.06
Desember	122,809	0.0027	352	94.20

C. Proses menghitung *quality rate*.

Quality rate merupakan rasio penggambaran kemampuan mesin-peralatan untuk menghasilkan produk secara standar yang telah ditentukan. Ada 2 komponen yang mempengaruhi *quality rate* yaitu *defect in process* dan *reduce yield*. Rumus yang digunakan untuk mengukur *quality rate*.

$$Quality\ Rate = \frac{Process\ Amount - Defect\ Amount}{Process\ Amount} \times 100\% \quad (5)$$

$$Quality\ Rate = \frac{129370.50 - 13480.50}{129370.50} \times 100\% = 89.58\%$$

Dengan menggunakan metode yang sama diperoleh nilai *quality rate* bulan Januari-Desember, pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan *quality rate*.

Bulan	Aktual Produksi	Defect	Quality Rate
Januari	129,370.50	13,480.50	89.58*)
Februari	72,791.50	11,737.50	83.88
Maret	83,586	5,387.00	93.56
April	105,521	10,738.00	89.82
Mei	106,646	8,000.00	92.50
Juni	-	-	-
Juli	140555.5	31,509.50	77.58
Agustus	60,185	4,063.50	93.25
September	114,521	4,921.50	95.70
Oktober	97,619	17,175.00	82.41
November	85,019	22,109.00	74.00
Desember	122,809	5,429.50	95.58

D. Proses menghitung OEE.

Formula menghitung nilai OEE.

$$OEE\ (\%) = availability\ (\%) \times performance\ efficiency\ (\%) \times quality\ rate\ (\%) \quad (6)$$

$$OEE\ (\%) = 96.64 \times 90.00 \times 89.58 = 77.91\%$$

Dengan metode yang sama diperoleh OEE bulan Januari-Desember, pada tabel 6.

Tabel 6. Proses menghitung OEE.

Periode Bulan	availability	performance efficiency	quality rate	OEE
Januari	96.64	90.00	89.58	77.91% *)
Februari	69.05	85.64	83.88	49.60%
Maret	72.85	94.28	93.56	64.26%
April	84.72	89.96	89.82	68.46%
Mei	95.30	98.56	92.50	86.88%
Juni	-	-	-	-
Juli	87.97	117.13	77.58	79.94%
Agustus	62.63	93.59	93.25	54.66%
September	94.24	93.90	95.70	84.69%
Oktober	83.20	84.59	82.41	58.00%
November	92.50	79.06	74.00	54.12%
Desember	87.37	94.20	95.58	78.66%
Rata-rata	77.21	85.08	80.66	63.10%

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai OEE *machine twin screw extruder* PVC di PT. XYZ **63.10%**, angka hasil ini masih jauh dari standar *World Class* yaitu **85%**, sehingga masih terdapat deviasi

**USULAN PERBAIKAN MELALUI PENERAPAN TOTAL *PRODUCTIVE*
MAINTENANCE DENGAN METODE OEE PADA MESIN *TWIN SCREW EXTRUDER*
PVC DI PT. XYZ**

sekitar (21.90%). Hal ini mengindikasikan masih adanya ruang *improvement* dan perbaikan yang harus dilakukan.

3.3 Perhitungan *Six Big Losses*.

A. *Equipment failure (Breakdown)*.

Kerusakan mesin merupakan faktor yang mempengaruhi mesin-peralatan dalam operasionalnya.

$$\text{Equipment Failure} = \frac{\text{Total Breakdown}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{Equipment Failure} = \frac{54}{744} \times 100\% = 7.26 \%$$

Dengan menggunakan metode yang sama diperoleh *equipment failure* bulan Januari-Desember, seperti pada tabel 7.

Tabel 7. *Equipment failure (Breakdown)*

Bulan	Breakdown	Loading Time	Equipment Failure (%)
Januari	54.00	744	7.26 *)
Februari	247.00	672	36.76
Maret	247.50	744	33.27
April	157.00	720	21.81
Mei	296.00	744	39.78
Juni	0.00	360	0.00
Juli	346.50	744	46.57
Agustus	371.00	744	49.87
September	113.50	720	15.76
Oktober	167.00	744	22.45
November	107.00	720	14.86
Desember	396.00	744	53.23
Jumlah	2502.50		

B. Proses menghitung *set-up and adjustment losses*

$$\text{Set Up \& Adjusment Losses} = \frac{\text{Set Up Adjusment}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (8)$$

$$\text{Set Up \& Adjusment Losses} = \frac{20}{744} \times 100\% = 2.69 \%$$

Dengan metode yang sama diperoleh *set-up and adjustment losses* bulan Januari-Desember, pada tabel 8.

Tabel 8. *Set up and adjustment losses*

Bulan	Loading Time	Set-Up and Adjustment	Set-Up and Adjustment Losses
Januari	744	20	2.69 *)
Februari	672	31	4.61
Maret	744	18.5	2.49
April	720	10	1.39
Mei	744	19	2.55
Juni	0	0	0.00

Juli	744	29	3.90
Agustus	744	17	2.28
September	720	32	4.44
Oktober	744	29	3.90
November	720	22	3.06
Desember	744	26.5	3.56
Jumlah		254	

C. Proses menghitung *idling* dan *minor stoppage losses*

$$\text{Idling and Minor Stoppage Losses} = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (9)$$

$$\text{Idling and Minor Stoppage Losses} = \frac{7}{744} \times 100\% = 0.94 \%$$

Dengan metode yang sama diperoleh *idling* dan *minor stoppage losses* bulan Januari-Desember, pada tabel 9.

Tabel 9. *Idling* and *minor stoppage losses*

Bulan	Loading time	Non productive time	Idling and minor stoppage losses
Januari	744	7	0.94 *)
Februari	672	5	0.74
Maret	744	18	2.42
April	720	8	1.11
Mei	744	8	1.08
Juni	0	0	0.00
Juli	744	16	2.15
Agustus	744	8	1.08
September	720	9	1.25
Oktober	744	3	0.40
November	720	8	1.11
Desember	744	8	1.08
Jumlah		98	

D. Menghitung *reduced speed*

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{\text{Operating Time} - (\text{Waktu Siklus Ideal} \times \text{Process Amount})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (10)$$

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{(0.0048 - 129370.50)}{744} \times 100\% = 9.27 \%$$

Dengan menggunakan metode yang sama diperoleh *reduced speed losses* bulan Januari-Desember, pada tabel 10.

Tabel 10. *Reduced speed losses*

Bulan	Loading Time	Operating Time	Ideal Cycle Time X Total Produk	Reduce Speed	Reduce speed losses
Januari	744	690	620.98	69.02	9.27% *)
Februari	672	425	365.96	59.04	8.79%
Maret	744	496.5	466.41	30.09	4.04%
April	720	563	510.97	52.03	7.23%
Mei	744	422	416.7	5.3	0.71%

**USULAN PERBAIKAN MELALUI PENERAPAN TOTAL *PRODUCTIVE*
MAINTENANCE DENGAN METODE OEE PADA MESIN *TWIN SCREW EXTRUDER*
PVC DI PT. XYZ**

Juni	0	0	0	0	0.00%
Juli	744	407	324.66	82.34	11.07%
Agustus	744	373	349.38	23.62	3.17%
September	720	622	581.47	40.53	5.63%
Oktober	744	577	490.65	86.35	11.61%
November	720	613	486.44	126.56	17.58%
Desember	744	352	333.24	18.76	2.52%
Jumlah				594	

E. *Defect in process/rework*

$$\text{Defect in process} - \text{Rework} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (11)$$

$$\text{Defect in process} - \text{Rework} = \frac{0.0048 \times 10784.40}{744} \times 100\% = 0.07\%$$

Dengan menggunakan metode yang sama diperoleh *defect in process-rework* bulan Januari-Desember, pada tabel 11.

Tabel 11. *Defect in process/rework*

Bulan	Loading time (jam)	Ideal Cycle Time (jam)	Rework (kg)	Rework Time Losses (Jam)	Defect in process - Rework
Januari	744	0.0048	10784.40	51.77	0.07% *)
Februari	672	0.0050	9390.00	47.23	0.07%
Maret	744	0.0056	4309.60	24.05	0.03%
April	720	0.0048	8590.40	41.23	0.06%
Mei	744	0.0025	6400.00	16	0.02%
Juni	0	0	0	0	0.00%
Juli	744	0.0013	25207.60	32.01	0.04%
Agustus	744	0.0058	3250.80	18.85	0.03%
September	720	0.0068	39372.00	26.69	0.37%
Oktober	744	0.0050	13740.00	69.11	0.09%
November	720	0.0057	17687.20	101.17	0.14%
Desember	744	0.0027	4343.60	11.77	0.02%
Jumlah				439.88	

F. *Reduced scrap*

$$\text{Reduced Scrap} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (12)$$

$$\text{Reduced Scrap} = \frac{0.0048 \times 2696.10}{744} \times 100\% = 0.02\%$$

Dengan metode yang sama diperoleh *reduced scrap* bulan Januari-Desember, pada tabel 12.

Tabel 12. *Reduced scrap*

Bulan	Loading Time (jam)	Ideal cycle time (jam)	Scrap (kg)	Scrap Time Losses (jam)	Scrap losses
Januari	744	0.0048	2696.10	12.94	0.02% *)
Februari	672	0.0050	2347.50	11.81	0.02%

Maret	744	0.0056	1077.40	6.01	0.01%
April	720	0.0048	2147.60	10.31	0.01%
Mei	744	0.0025	1600.00	4.00	0.01%
Juni	0	0	0.00	0.00	0.00%
Juli	744	0.0013	6301.90	8.00	0.01%
Agustus	744	0.0058	812.70	4.71	0.01%
September	720	0.0068	984.30	6.67	0.01%
Oktober	744	0.0050	3435.00	17.28	0.02%
November	720	0.0057	4421.80	25.29	0.04%
Desember	744	0.0027	1085.90	2.94	0.00%
Jumlah				109.96	

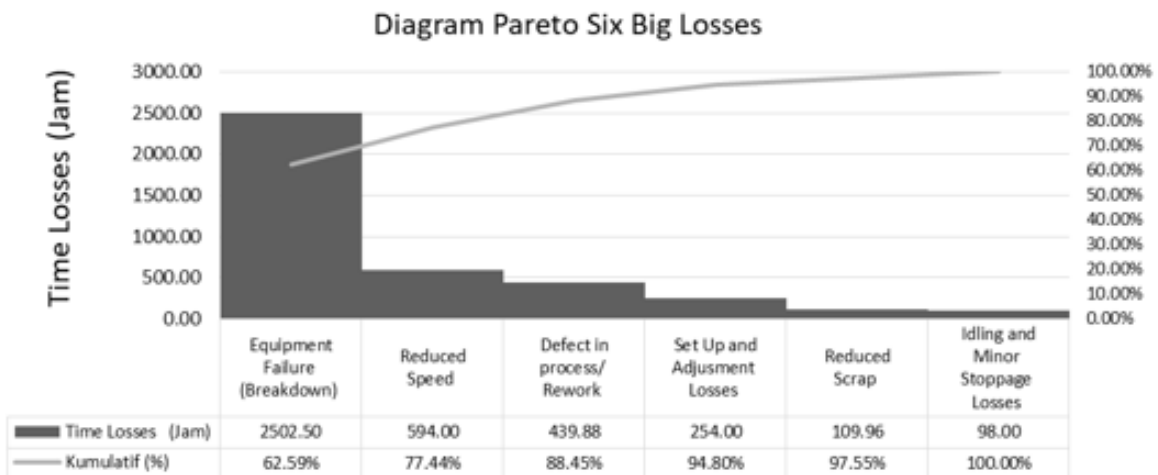
3.4 Time losses

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka dapat kita buat dalam bentuk resume *six big losses* yang berdampak bagi operasional mesin-peralatan produksi, dijelaskan pada tabel 13.

Tabel 13. Time losses dari six big losses

<i>Six Big Losses</i>	<i>Time Losses (Jam)</i>
1. Equipment Failure (Breakdown)	2502.50
2. Set-up and Adjustment Losses	254.00
3. Idling and Minor Stoppage Losses	98.00
4. Reduced Speed	594.00
5. Defect in process/ Rework	439.88
6. Reduced Scrap	109.96
Total	3998.34

Dari data tabel 13 diketahui bahwa *equipment failure*, faktor yang paling tinggi yang memberikan sumbangsih dalam penurunan tingkat *availability* mesin. Hal tersebut dapat digambarkan dalam bentuk data pareto *time losses* dari *six big losses*, pada gambar 2.



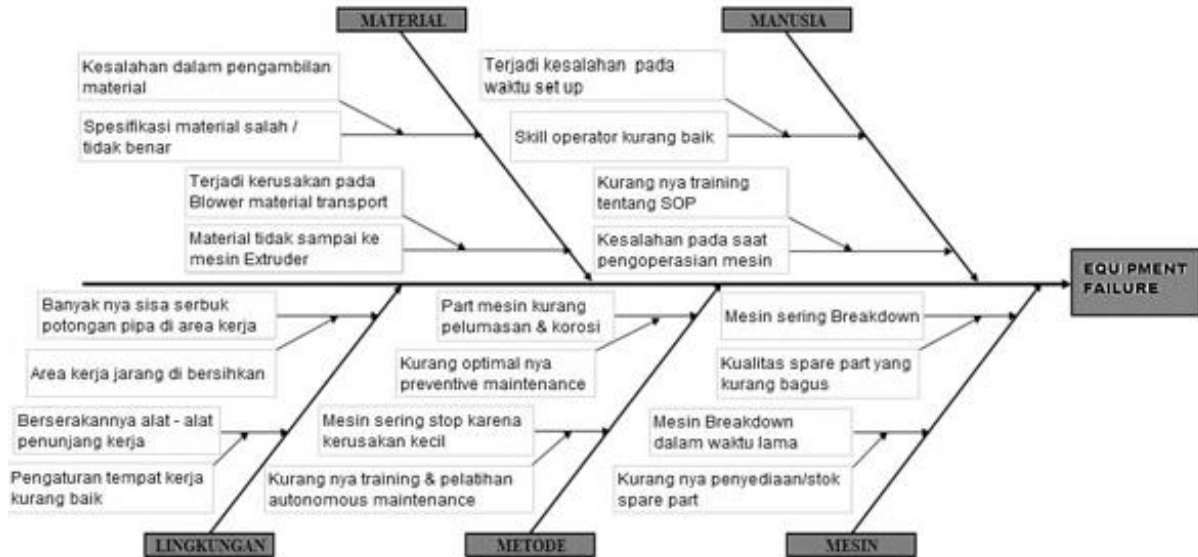
Gambar 2. Pareto *time losses* dari *six big losses*

3.5 Analysis root cause

Tabel 13 dan gambar 2 menunjukkan bahwa *losses* tertinggi adalah *equipment failure* (*Breakdown*), artinya hal ini merupakan faktor yang mendominasi terhadap kinerja operasional

USULAN PERBAIKAN MELALUI PENERAPAN TOTAL *PRODUCTIVE MAINTENANCE* DENGAN METODE OEE PADA MESIN *TWIN SCREW EXTRUDER* PVC DI PT. XYZ

machine twin screw extruder PVC di PT. XYZ dan oleh karena itu langkah selanjutnya dilakukan *fishbone analysis equipment failure (Breakdown)*.



Gambar 3. *Fishbone equipment failure*

Berdasarkan gambar 3 bahwa untuk menentukan faktor sebab akibat *equipment failure*, dilakukan proses penilaian terhadap faktor-faktor yang berpengaruh dengan menggunakan angket penilaian oleh 5 tim penilai dengan hasil yang dijelaskan pada tabel 14.

Tabel 14. Hasil diskusi *fishbone equipment failure*

Faktor	Penyebab	Tim penilai					Skor nilai
		A	B	C	D	E	
1. Manusia	a. Terjadi kesalahan pada waktu set up	3	1	1	5	1	11
	b. Terjadi kesalahan pengoperasian mesin	1	1	3	1	3	9
2. Material	a. Kesalahan pada pengambilan material	3	1	1	3	1	9
	b. Material tidak sampai ke mesin extruder	1	3	1	3	3	11
3. Lingkungan	a. Area kerja jarang dibersihkan	3	1	1	3	3	11
	b. Berserakan alat-alat penunjang kerja	1	3	3	1	1	9
4. Metode	a. <i>Autonomous maintenance</i> belum berjalan	5	5	5	5	5	25
	b. <i>Preventive maintenance</i> belum optimal	5	5	3	3	1	17
5. Mesin	a. Mesin sering <i>breakdown</i>	3	3	3	1	1	11
	b. Mesin <i>breakdown</i> lama	1	3	1	3	3	11

Tabel 14 menunjukkan bahwa skor penilaian tertinggi adalah 25 dan 17 dan terdapat pada faktor metode, oleh karena itu tahap selanjutnya dilakukan usulan perbaikan dalam mengatasi *equipment failure* untuk meningkatkan efisiensi kinerja *machine twin screw extruder* PVC di PT. XYZ.

3.6 Usulan Perbaikan

- A. Memberikan training ulang, penguatan dan peningkatan disiplin dalam implementasi 5R di dalam aktivitas produksi. Sehingga dengan peningkatan implementasi tersebut dalam membantu meningkatkan moral karyawan, memperkuat rasa memiliki terhadap mesin dan peralatan, mempermudah identifikasi masalah terkait mesin, peralatan, dan aspek operasional di lapangan.
- B. Meningkatkan *awareness* terkait aspek perawatan mesin khususnya operator, dengan memberikan *training* atau pelatihan tentang *autonomous maintenance* kepada operator produksi.
- C. Meningkatkan *awareness* penggunaan *tag label* personal *autonomous maintenance* untuk operator produksi agar operator produksi memahami status mesin, sekaligus dapat mempermudah *team maintenance* dalam mengidentifikasi masalah mesin/alat.
- D. Memberikan *training*/pelatihan pemeliharaan mesin secara komprehensif bekerjasama dengan pihak produsen/*principal* mesin agar dapat menerapkan *preventive & predictive maintenance*.
- E. Membentuk *team improvement*/SGA/kaizen dengan dukungan pihak manajemen yang melibatkan pihak terkait seperti produksi, *maintenance* dan *engineering*, sehingga isu terkait mesin dapat ditangani dengan lebih baik dan melibatkan semua pihak.

4. SIMPULAN

Dari data-data produksi, diketahui bahwa selama proses produksi 12 bulan ditemukan banyaknya isu terkait *quality* dan *rework*, dengan temuan *defect* rata-rata 12%, tingkat *scrap* rata-rata 2% dan tingkat *rework* rata-rata 6%. Sedangkan dari hasil perhitungan nilai rata-rata OEE pada mesin *twin screw extruder* PVC di PT. XYZ adalah 63.10%, angka ini masih jauh dari standar *world class* 85%, dengan deviasi sekitar (21.90%). Hal ini mengindikasikan masih adanya ruang *improvement* dan perbaikan yang harus dilakukan. Sedangkan dari indikator utama yang berpengaruh terhadap nilai OEE adalah *equipment failure* dengan kisaran 2502.50 jam dan dari hasil pembahasan terhadap *fishbone analysis* disimpulkan bahwa aspek metode merupakan yang paling berperan terhadap *equipment failure* tersebut sehingga disimpulkan bahwa perlunya usulan perbaikan guna memperbaiki tingkat OEE melalui; 1) Memberikan training ulang, penguatan dan peningkatan disiplin dalam implementasi 5R di dalam aktivitas produksi. Sehingga dengan peningkatan implementasi tersebut dalam membantu meningkatkan moral karyawan, memperkuat rasa memiliki terhadap mesin dan peralatan, mempermudah identifikasi masalah terkait mesin, peralatan dan aspek operasional di lapangan. 2) Meningkatkan *awareness* terkait aspek perawatan mesin khususnya operator, dengan memberikan *training* atau pelatihan tentang *autonomous maintenance* kepada operator produksi. 3) Meningkatkan *awareness* penggunaan *tag label* personal *autonomous maintenance* untuk operator produksi agar operator produksi memahami status mesin. Sekaligus hal ini dapat mempermudah tim *maintenance* dalam mengidentifikasi masalah mesin/alat. 4) Memberikan pelatihan pemeliharaan mesin secara komprehensif bekerjasama dengan pihak produsen/*principal* mesin agar dapat menerapkan *preventive and predictive maintenance*. 5) Membentuk *team improvement*/SGA/kaizen dengan dukungan pihak manajemen yang melibatkan pihak terkait seperti produksi, *maintenance* dan *engineering*. Sehingga isu terkait mesin dapat ditangani dengan lebih baik dan melibatkan semua pihak.

REFERENSI

- [1] T. K. Agustiadny and E. A. Cudney, "Total productive maintenance," *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, 2018, doi: 10.1080/14783363.2018.1438843.
- [2] V. Pascal, A. Toufik, A. Manuel, D. Florent, and K. Frédéric, "Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy," *Control Eng. Pract.*, 2019, doi: 10.1016/j.conengprac.2018.09.019.

USULAN PERBAIKAN MELALUI PENERAPAN TOTAL *PRODUCTIVE MAINTENANCE* DENGAN METODE OEE PADA MESIN *TWIN SCREW EXTRUDER* PVC DI PT. XYZ

- [3] K. Livia and P. D. Fewidarto, "Evaluasi Peningkatan Kinerja Produksi melalui Penerapan Total Productive Maintenance di PT Xacti Indonesia," *J. Manaj. dan Organ.*, 2016, doi: 10.29244/jmo.v7i1.14067.
- [4] J. R. Díaz-Reza, J. L. García-Alcaraz, and V. Martínez-Loya, *Impact Analysis of Total Productive Maintenance*. 2019.
- [5] A. Wahid, "Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Produksi Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Proses Produksi Botol (PT. XY Pandaan – Pasuruan)," *J. Teknol. DAN Manaj. Ind.*, 2020, doi: 10.36040/jtmi.v6i1.2624.
- [6] L. W. Hooi and T. Y. Leong, "Total productive maintenance and manufacturing performance improvement," *J. Qual. Maint. Eng.*, 2017, doi: 10.1108/JQME-07-2015-0033.
- [7] A. Rahman and S. Perdana, "ANALISIS PRODUKTIVITAS MESIN PERCETAKAN PERFECT BINDING DENGAN METODE OEE DAN FMEA," *J. Ilm. Tek. Ind.*, 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v7i1.5034.
- [8] A. Rahman and S. Perdana, "Perhitungan Produktivitas Mesin Perfect Binding (Yoshino) dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada PT. XYZ," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, 2018, doi: 10.30998/string.v3i1.2723.
- [9] H. Suliantoro, N. Susanto, H. Prastawa, I. Sihombing, and A. Mustikasari, "PENERAPAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA) UNTUK MENGUKUR EFEKTIVITAS MESIN RENG," *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, 2017, doi: 10.14710/jati.12.2.105-118.
- [10] R. Domingo and S. Aguado, "Overall environmental equipment effectiveness as a metric of a lean and green manufacturing system," *Sustain.*, 2015, doi: 10.3390/su7079031.
- [11] R. Raguram, "Implementation of overall equipment effectiveness (OEE)," *Middle - East J. Sci. Res.*, 2014, doi: 10.5829/idosi.mejsr.2014.20.05.11336.
- [12] R. Hedman, M. Subramaniyan, and P. Almström, "Analysis of Critical Factors for Automatic Measurement of OEE," in *Procedia CIRP*, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.11.023.
- [13] T. Ylipää, A. Skoogh, J. Bokrantz, and M. Gopalakrishnan, "Identification of maintenance improvement potential using OEE assessment," *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 2017, doi: 10.1108/IJPPM-01-2016-0028.
- [14] R. F. Prabowo, H. Hariyono, and E. Rimawan, "Total Productive Maintenance (TPM) pada Perawatan Mesin Grinding Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)," *J. Ind. Serv.*, 2020, doi: 10.36055/jiss.v5i2.8001.
- [15] N. Ahmad, J. Hossen, and S. M. Ali, "Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 2018, doi: 10.1007/s00170-017-0783-2.
- [16] R. M. Jannah, S. Supriyadi, and A. Nalhadi, "Analisis Efektivitas pada Mesin Centrifugal dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)," in *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan/ SENASSET*, 2017.
- [17] D. H. Stamatis, *The OEE primer: Understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*. 2017.