

PENJADWALAN PREVENTIVE MAINTENANCE MESIN MILL DENGAN MENGGUNAKAN METODE OEE, SIX BIG LOSSESS DAN FMECA

Herwin Larsen¹⁾, Lithrone Laricha Salomon²⁾, M. Agung Saryatmo³⁾

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara
e-mail: ¹⁾herwin.545190017@stu.untar.ac.id, ²⁾lithrones@ft.untar.ac.id, ³⁾mohammads@ft.untar.ac.id

ABSTRAK

Dalam proses produksi, mesin merupakan faktor penting dalam berlangsungnya proses produksi. Dalam menjaga keberlangsungan performa mesin diperlukan adanya perawatan mesin yang baik dan penjadwalan yang teratur. Namun, beberapa perusahaan sering mengabaikan hal ini dan terjadi breakdown machine dan mengakibatkan downtime berkepanjangan. Dari hasil observasi didapatkan bahwa mesin mill memiliki waktu dengan downtime terbesar. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode OEE untuk mengukur tingkat produktivitas dan efektivitas mesin. Setelah pengolahan data didapatkan nilai OEE 54,79%. Dilanjutkan dengan pengolahan data menggunakan Six Big Lossess. Didapatkan dari perhitungan Six Big Lossess bahwa terdapat 2 lossess yang memiliki nilai terbesar yaitu idle and minor stoppages lossess 85,7% dan reduce speed lossess 57,6%. Dilanjutkan dengan analisis fishbone. Setelah dianalisis menggunakan diagram fishbone didapati faktor penyebab dari lossess tersebut. Dilanjutkan analisis menggunakan FMECA dan didapatkan 3 mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi yaitu pemeliharaan mesin yang tidak terjadwal, bahan baku dari stasiun sebelumnya tidak tepat waktu, dan tidak ada panduan penggunaan mesin yang baik. Dalam menanggulangi permasalahan maka dibuatlah penjadwalan MTBF pada setiap komponen mesin. Pada komponen servo pipe maka dilakukan pemeriksaan kembali pada tanggal 26 Agustus 2022, as hidrolik pada tanggal 21 November 2022, komponen timing belt pada tanggal 3 Juni 2023, komponen selang hidrolik pada tanggal 23 Mei 2023, komponen isolator welding pada tanggal 8 April 2023. Hal ini dapat mengoptimalkan preventive maintenance sehingga efisiensi mesin dapat meningkat.

Kata kunci: Downtime, OEE, 6 Big Lossess, FMECA, MTBF

ABSTRACT

In the production process, the machine is an important factor in the ongoing production process. In maintaining the continuity of engine performance, it is necessary to have good engine maintenance and regular scheduling. However, some companies often ignore this and machine breakdowns occur and result in prolonged downtime. From the observation results it was found that the mill machine has the time with the greatest downtime. The research was conducted using the OEE method to measure the level of productivity and effectiveness of the machine. After processing the data, the OEE value was 54.79%. Followed by data processing using Six Big Lossess. Obtained from the calculation of the Six Big Lossess that there are 2 losses that have the greatest value, namely idle and minor stoppage losses of 85.7% and reduced speed losses of 57.6%. Followed by fishbone analysis. After being analyzed using a fishbone diagram, it was found that the causal factors of the losses were found. The analysis was continued using FMECA and 3 failure modes were obtained with the highest RPN values, namely unscheduled machine maintenance, raw materials from the previous station were not on time, and there was no guide for good machine use. In overcoming the problem, MTBF scheduling is made for each engine component. For the servo pipe component, a re-examination was carried out on August 26, 2022, hydraulic axles on November 21, 2022, timing belt components on June 3, 2023, hydraulic hose components on May 23, 2023, welding insulator components on April 8, 2023. This can optimize preventive maintenance so that machine efficiency can increase.

Keywords: Downtime, OEE, 6 Big Lossess, FMECA, MTBF

PENDAHULUAN

Pemeliharaan diartikan sebagai suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima [1]. Tujuan dilakukannya perawatan yaitu untuk menjaga kestabilan mesin agar dapat terus beroperasi dengan baik. Oleh karena itu diperlukan strategi dan perencanaan yang baik untuk menjaga kelangsungan mesin yang berkaitan dengan proses produksi [2].

Dalam sebuah wawancara dengan pihak *maintenance* serta observasi langsung sering terjadi kerusakan mesin mill. Saat proses produksi tiba-tiba mesin mill mengalami pemberhentian operasi hal ini mengakibatkan pemberhentian produksi untuk sementara karena

mesin mengalami *error*. Hal ini diakibatkan karena *maintenance* mesin masih berupa *corrective maintenance*. Hal ini mengakibatkan produksi mesin tersebut berubah-ubah. Produksi berubah-ubah setiap tahunnya hal ini dikarenakan *downtime* mesin yang berubah-ubah juga.

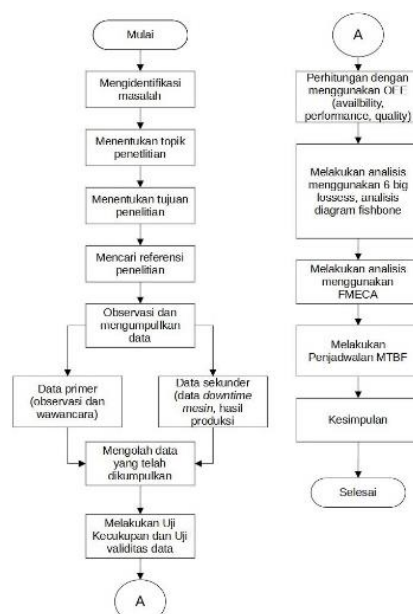
Tabel 1. *Downtime Machine*

No	Bulan	Downtime Time (Menit)
1	Aug-21	890
2	Sep-21	1085
3	Oct-21	1100
4	Nov-21	1084
5	Dec-21	1035
6	Jan-22	1058
7	Feb-22	992
8	Mar-22	1080
9	Apr-22	909
10	May-22	854
11	Jun-22	980
12	Jul-22	1061
13	Aug-22	1077
14	Sep-22	1053

Dalam meningkatkan produktivitas produksi, *maintenance* mesin yang baik sangat berpengaruh. Dengan menerapkan *maintenance* mesin yang baik, produksi perusahaan semakin meningkat dan kualitas produk pun akan terjamin.

METODE PENELITIAN

Dalam *flowchart* metode penelitian, penelitian dimulai dengan datang langsung ke tempat penelitian dengan mengidentifikasi masalah yang dialami oleh perusahaan. Setelah mengidentifikasi secara langsung maka dibuatlah topik penelitian yang relevan dengan masalah yang terjadi. Mencari referensi dan observasi langsung ke pabrik untuk mendapatkan data. Data yang didapatkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapatkan secara observasi dan wawancara sedangkan data sekunder adalah data yang sudah dirangkum oleh perusahaan. Setelah pengumpulan data sudah lengkap maka data tersebut akan diproses. Data akan diolah dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengetahui efektifitas mesin mill. Setelah itu dianalisis menggunakan *six big losses*, dan diagram *fishbone*. Setelah melakukan pengolahan data maka dilakukan analisis menggunakan FMECA untuk mengetahui saran yang tepat. Melakukan penjadwalan MTBF untuk mesin mill untuk menentukan waktu optimal. *Flowchart* metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Overall Equipment Effectiveness*, *Six Big Losses* dan diagram *fishbone*. Setelah mendapatkan penyebabnya maka dianalisis menggunakan FMECA. Setelah diketahui penyebab maka dapat diperbaiki sehingga *downtime* mesin dapat berkurang dan meningkat efisiensi mesin.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Dalam pengolahan data, data yang digunakan yaitu data yang berhubungan dengan perhitungan OEE. Data yang dibutuhkan yaitu *downtime* mesin, *operation time*, *loading time*, *efficiency*, jumlah produksi, waktu siklus ideal, dan *product defect*. OEE terdapat tiga faktor yaitu *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality product* [3].

OEE merupakan pengukuran kritis yang digunakan untuk mengevaluasi kapabilitas sebuah peralatan dalam sebuah sistem produksi. Berikut merupakan OEE dari mesin mill 2.

Tabel 2. OEE

Bulan	Availability	Performance Efficiency	Rate of Quality Product	OEE
Aug-21	90,49%	99,70%	92,36%	83,33%
Sep-21	88,55%	89,68%	91,74%	72,86%
Oct-21	88,54%	87,26%	93,13%	71,95%
Nov-21	89,37%	52,14%	82,43%	38,41%
Dec-21	90,03%	74,71%	88,17%	59,30%
Jan-22	88,91%	49,97%	80,65%	35,83%
Feb-22	88,11%	50,66%	81,34%	36,30%
Mar-22	89,41%	79,68%	91,38%	65,11%
Apr-22	90,13%	99,95%	93,42%	84,16%
May-22	88,24%	43,22%	86,81%	33,11%
Jun-22	89,98%	92,16%	94,72%	78,55%
Jul-22	88,88%	34,26%	82,86%	25,23%
Aug-22	89,44%	38,88%	81,84%	28,46%
Sep-22	89,68%	66,70%	91,03%	54,45%

Rata-rata OEE yang diperoleh sebesar 54,79%. Persentase ini cukup jauh dari standart yaitu 85%. Faktor terbesar yang membuat persentase OEE menjadi turun yaitu faktor *performance efficiency*. Hal ini membuktikan bahwa terdapat masalah dengan keefektifan mesin produksi.

Six Big Losses

Dengan *six big losses* dapat diketahui dimana penyebab mesin mengetahui apa penyebab mesin tidak berfungsi dan rendahnya nilai OEE. Terdapat *six big losses* yaitu, *equipment failure losses*, *start up and adjustment losses*, *idle and minor stoppages losses*, *reduce speed losses*, *defect loss* dan *reduce yield* [4]. Berikut merupakan tabel dari *six big losses*.

Tabel 3. *Six Big Losses*

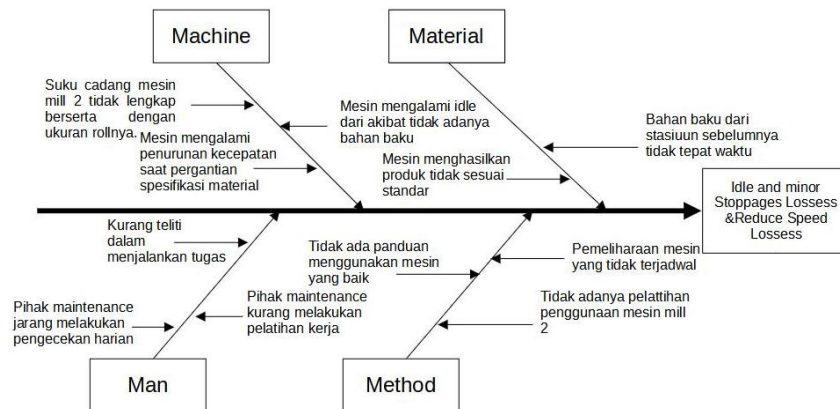
Bulan	Equipment Losses	Set Up and Adjustment Losses	Idle and Minor Stoppages	Reduce Speed Losses	Defect Losses	Reduce Yield Losses
Aug-21	9,5%	7,69%	85,18%	84,92%	6,90%	0,05
Sep-21	11,4%	8,23%	83,88 %	74,74%	6,56%	0,05
Oct-21	11,5%	7,81%	84,00 %	72,71%	5,31%	0,05
Nov-21	10,6%	7,65%	86,63 %	43,86%	8,18%	0,04
Dec-21	10,0%	7,51%	86,07 %	63,30%	7,96%	0,04
Jan-22	11,1%	7,86%	86,30 %	41,82%	8,59%	0,05
Feb-22	11,9%	7,91%	85,48 %	42,00%	8,33%	0,05
Mar-22	10,6%	7,65%	85,22 %	67,05%	6,14%	0,04
Apr-22	9,9%	7,82%	84,83 %	84,78%	5,92%	0,05
May-22	11,8%	7,85%	85,99 %	35,89%	5,03%	0,06
Jun-22	10,0%	7,67%	85,10 %	78,05%	4,37%	0,04
Jul-22	11,1%	7,55%	87,09 %	28,66%	5,22%	0,05
Aug-22	10,6%	7,65%	87,40 %	32,73%	6,31%	0,04
Sep-22	10,3%	7,65%	86,16 %	56,29%	5,36%	0,04

Dari perhitungan *six big losses* di atas didapatkan rata-rata *equipmentnt losses* sebesar 10,7%, rata-rata *idle and minor stoppages losses* sebesar 85,7%, rata-rata *set up and*

adjustment lossess sebesar 7,7%, rata-rata *reduce speed lossess* sebesar 57,6%, rata-rata *defect lossess* sebesar 6,4% dan rata-rata *reduce yield* sebesar 0,046%.

Diagram Sebab-Akibat (Fishbone)

Diagram sebab akibat adalah diagram yang menunjukkan kejadian sebab akibat yang dapat menunjukan dan mencari tahu alasan penyebab masalah terjadi dalam suatu proses [5]. Setelah melakukan perhitungan didapatkan bahwa *idle and minor stoppages* dan *reduce speed lossess* adalah faktor terbesar yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE terutama dalam parameter *performance rate*. Diagram ini digunakan untuk mengetahui apa yang menjadi penyebab rendahnya nilai OEE dan tingginya lossess pada *idle and minor stoppages* dan *reduce speed lossess*.



Gambar 2. Diagram Fishbone OEE

Pada diagram *fishbone* di atas terdapat faktor-faktor yang membuat nilai OEE rendah. Pada faktor machine seperti suku cadang mesin mill tidak lengkap beserta dengan ukurannya, pada faktor material yaitu mesin menghasilkan produk tidak sesuai standar, pada faktor man yaity pihak *maintenance* jarang melakukan pengecekan harian dan pada faktor method seperti tidak ada panduan menggunakan mesin yang baik.

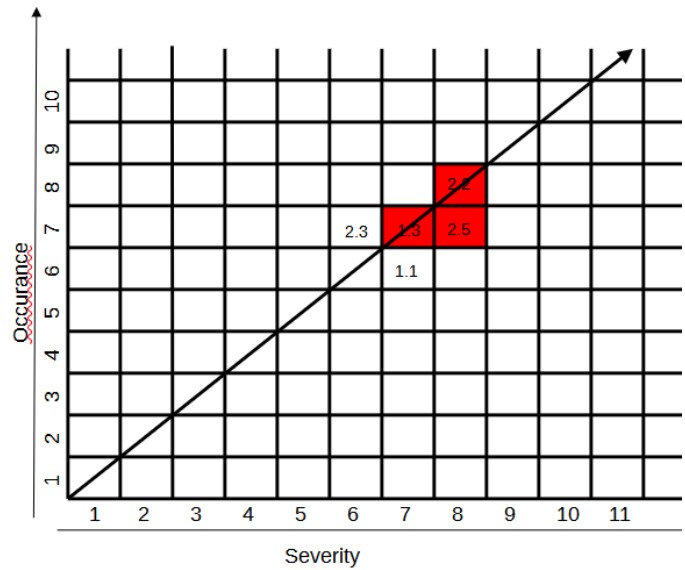
FMECA (Failure Mode Effect Critically Analysis)

FMECA adalah metode yang serupa dengan FMEA dengan menggabungkan analisa titik kritis yang menggunakan matriks kritikalitas yang bertujuan untuk membuat analisa potensi resiko yang kemungkinan terjadi pada alat, proses dan sistem [6]. Setelah dipilih berdasarkan nilai RPN terbesar dari faktor *idle and minor stoppages lossess* dan *reduce speed lossess* maka didapatkan 5 faktor di bawah ini.

Tabel 4. FMECA

Mode Kegagalan	Severity	Occurance	Detection	RPN
Pemeliharaan mesin yang masih tidak terjadwal	8	8	3	192
Bahan Baku dari stasiun sebelumnya tidak tepat waktu	7	6	4	168
Tidak ada panduan penggunaan mesin yang baik	6	7	4	168
Mesin mengalami penurunan kecepatan saat pergantian spesifikasi material	8	7	3	168
Suku cadang mesin mill 2 tidak lengkap beserta ukuran rollnya	7	7	3	147

Pada tabel di atas ditunjukan bahwa terdapat faktor yang mempunyai nilai RPN yang sama khususnya pada faktor 1.1 dan 2.3 dan memiliki nilai *detection* yang sama yaitu 4. Ditunjukan bahwa faktor 1.1 mempunyai nilai *severity* 7 dan nilai *occurance* 6 sedangkan pada faktor 2.3 mempunyai nilai *severity* 6 dan nilai *occurance* 7. Oleh karena hal ini dengan matriks kritikalitas dan menempatkan nilai *severity* dan *occurance* maka akan terlihat jelas pada Gambar di bawah ini [7].



Gambar 3. Matriks Kritikalitas

Setelah menggunakan matriks kritikalitas maka, didapati faktor 2.2, 2.5, dan 1.3. Faktor-faktor tersebut yaitu pemeliharaan mesin yang tidak terjadwal, tidak ada panduan menggunakan mesin yang baik dan suku cadang mesin mill 2 tidak lengkap berserta dengan ukurannya.

Setelah mendapatkan faktor kritis dari hasil analisis FMECA maka untuk mengatasi faktor tersebut dibuatlah perencanaan penjadwalan *maintenance* mesin. Perencanaan ini mengacu pada penggantian/pemeriksaan komponen mesin secara berkala untuk menghindari kerusakan mesin secara tiba-tiba [8]. TTR (*Time To Repair*) adalah waktu yang digunakan untuk proses repair. TTF (*Time To Failure*) adalah waktu aset yang diperlukan sampai mengalami kerusakan [9]. Berikut merupakan Tabel waktu TTR dan TTF pada komponen mesin mill.

Tabel 5. TTR dan TTF

No	Komponen	Tanggal	Kumulatif Waktu Operasi Mesin (Jam)	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	Servo Pipe	23/08/21	0	8	-
		15/09/21	167	7	160
		08/10/21	163,5	7.5	156
		30/10/21	158,4	8.4	150
		24/11/21	175.3	8.3	167
		17/12/21	167.1	9.1	158
		19/01/22	161.4	7.4	154
		12/02/22	161.1	8.1	153
		10/03/22	162	9.0	153
		05/04/22	178.5	9.5	169
		13/05/22	176.3	9.3	167
		10/06/22	173.8	8.8	165
		05/07/22	173.8	9.8	164
		01/08/22	178.5	9.5	169
Total				100.4	1752
2	As Hidrolik	20/08/21	0	2	-
		18/10/21	402.4	2.4	400
		17/12/21	422.6	2.6	420
		28/02/22	456	3	453
		14/05/22	438.8	1.8	437
		23/07/22	463.7	1.7	462
		19/09/22	391.1	2.1	389
Total				15.6	2561
3	Timing Belt	02/08/21	0	8	-
		08/03/22	1445.4	8.4	1437
		20/09/22	1597.2	8.2	1589
Total				24.6	3026

Lanjutan Tabel 5. TTR dan TTF

No	Komponen	Tanggal	Kumulatif Waktu Operasi Mesin (Jam)	TTR (Jam)	TTF (Jam)
4	Selang Hidrolik	06/08/21	0	3.2	-
		12/05/22	1859.3	3.3	1856
		26/09/22	1034.7	2.7	1032
		Total		9.2	2888
5	Isolator Wieding	15/09/21	0	2.4	
		23/03/22	1233.9	1.9	1232
		30/09/22	1213.1	2.1	1211
		Total		6.4	2443

Berdasarkan tabel di atas, diketahui mesin beroperasi selama 8 jam setiap harinya dan dalam 1 minggu beroperasi selama 5 hari. Pada komponen servo pipe total TTR sebesar 100,4 jam dan total TTF sebesar 1752 jam. Komponen as hidrolik total TTR sebesar 15,6 jam dan total TTF sebesar 2561 jam. Komponen Timing Belt total TTR sebesar 24,6 jam dan total TTF sebesar 3026 jam. Komponen selang hidrolik total TTR sebesar 9,2 jam dan total TTF sebesar 2888 jam. Komponen isolator welding total TTR sebesar 6,4 jam dan total TTF sebesar 2443 jam.

Pada tahap ini akan dilakukan pendistribusian data menggunakan goodness of fit dengan bantuan software minitab untuk menentukan pendistribusian yang tepat pada setiap komponennya [10]. Berikut merupakan Tabel hasil *Goodness of Fit* dari TTR pada setiap komponen mesin.

Tabel 6. *Goodness of Fit* TTR dan TTF

1. Servo Pipe <i>Goodness-of-Fit</i>		2. As Hidrolik <i>Goodness-of-Fit</i>		1. Servo Pipe <i>Goodness-of-Fit</i>		2. As Hidrolik <i>Goodness-of-Fit</i>	
Anderson-Darling		Anderson-Darling		Anderson-Darling		Anderson-Darling	
Distribution	(adj)	Distribution	(adj)	Distribution	(adj)	Distribution	(adj)
Weibull	1.117	Weibull	1.909	Weibull	1.437	Weibull	2.140
Lognormal	1.181	Lognormal	1.882	Lognormal	1.441	Lognormal	2.163
Exponential	5.673	Exponential	3.469	Exponential	5.901	Exponential	3.860
Normal	1.153	Normal	1.919	Normal	1.442	Normal	2.159
3. Timing Belt <i>Goodness-of-Fit</i>		4. Selang Hidrolik <i>Goodness-of-Fit</i>		3. Timing Belt <i>Goodness-of-Fit</i>		4. Selang Hidrolik <i>Goodness-of-Fit</i>	
Anderson-Darling		Anderson-Darling		Anderson-Darling		Anderson-Darling	
Distribution	(adj)	Distribution	(adj)	Distribution	(adj)	Distribution	(adj)
Weibull	3.645	Weibull	3.785	Weibull	4.859	Weibull	4.859
Lognormal	3.653	Lognormal	3.798	Lognormal	4.865	Lognormal	4.865
Exponential	4.228	Exponential	4.166	Exponential	4.965	Exponential	4.869
Normal	3.653	Normal	3.788	Normal	4.865	Normal	4.865
5. Isolator Welding <i>Goodness-of-Fit</i>				5. Isolator Welding <i>Goodness-of-Fit</i>			
Anderson-Darling				Anderson-Darling			
Distribution	(adj)			Distribution	(adj)		
Weibull	3.657			Weibull	4.859		
Lognormal	3.660			Lognormal	4.865		
Exponential	4.132			Exponential	4.987		
Normal	3.666			Normal	4.865		

Pemilihan distribusi ini didasarkan pada nilai anderson darling yang paling kecil dari setiap distribusi weibull, lognormal, exponential dan normal. Pada tabel yang goodness of fit yang TTR, komponen servo pipe paling cocok dengan distribusi weibull, komponen As Hidrolik paling cocok dengan distribusi lognormal, komponen timing belt paling cocok dengan distribusi weibull, komponen selang hidrolik dengan distribusi weibull, dan komponen isolator welding paling cocok dengan distribusi weibull. Pada tabel *goodness of fit* yang TTF, komponen servo pipe paling cocok dengan distribusi weibull, komponen As Hidrolik paling cocok dengan distribusi weibull, komponen timing belt paling cocok dengan distribusi weibull, komponen selang hidrolik dengan distribusi weibull, dan komponen isolator welding paling cocok dengan distribusi weibull.

Setelah mengetahui distribusi apa yang paling cocok pada setiap komponennya, maka

dilanjutkan dengan perhitungan MTTF dan MTTR pada setiap komponen.

Tabel 7. Nilai MTTR dan MTTF

1. Servo Pipe Table of MTTF					2. As Hidrolik Table of MTTF					1. Servo Pipe Table of MTTF					2. As Hidrolik Table of MTTF				
Standard 95% Normal CI					Standard 95% Normal CI					Standard 95% Normal CI					Standard 95% Normal CI				
Distribution	Mean	Error	Lower	Upper	Distribution	Mean	Error	Lower	Upper	Distribution	Mean	Error	Lower	Upper	Distribution	Mean	Error	Lower	Upper
Weibull	8.37067	0.22890	7.93384	8.8316	Weibull	2.22504	0.177751	1.90255	2.60218	Weibull	159.173	2.2077	154.905	163.560	Weibull	426.949	11.472	405.046	450.037
Lognormal	8.36707	0.22536	7.93683	8.8206	Lognormal	2.22803	0.160390	1.93484	2.56565	Lognormal	159.272	1.9282	155.538	163.097	Lognormal	426.836	10.900	405.999	448.743
Exponential	8.36667	2.41525	4.75151	14.7324	Exponential	2.22857	0.842321	1.06244	4.67467	Exponential	159.273	48.0225	88.205	287.600	Exponential	426.833	174.254	191.759	950.079
Normal	8.36667	0.22121	7.93310	8.8002	Normal	2.22857	0.162524	1.91003	2.54711	Normal	159.273	1.9331	155.484	163.062	Normal	426.833	10.831	405.606	448.061

3. Timing Belt Table of MTTF					4. Selang Hidrolik Table of MTTF					3. Timing Belt Table of MTTF					4. Selang Hidrolik Table of MTTF				
Standard 95% Normal CI					Standard 95% Normal CI					Standard 95% Normal CI					Standard 95% Normal CI				
Distribution	Mean	Error	Lower	Upper	Distribution	Mean	Error	Lower	Upper	Distribution	Mean	Error	Lower	Upper	Distribution	Mean	Error	Lower	Upper
Weibull	8.19894	0.10475	7.99618	8.40568	Weibull	3.07933	0.13471	2.82631	3.35501	Weibull	1514.26	56.47	1407.52	1629.09	Weibull	1452.22	284.75	988.847	2132.72
Lognormal	8.20000	0.09431	8.01722	8.3869	Lognormal	3.06690	0.15655	2.77491	3.38962	Lognormal	1513.00	53.82	1411.11	1622.25	Lognormal	1444.87	306.21	953.750	2188.89
Exponential	8.20000	4.73427	2.64468	25.4247	Exponential	3.06667	1.77054	0.98907	9.50841	Exponential	1513.00	1069.85	378.40	6049.64	Exponential	1444.00	1021.06	361.141	5773.74
Normal	8.20000	0.09428	8.01521	8.3848	Normal	3.06667	0.15154	2.76966	3.36367	Normal	1513.00	53.74	1407.67	1618.33	Normal	1444.00	291.33	873.008	2014.99

5. Isolator Welding Table of MTTF					5. Isolator Welding Table of MTTF				
Standard 95% Normal CI					Standard 95% Normal CI				
Distribution	Mean	Error	Lower	Upper	Distribution	Mean	Error	Lower	Upper
Weibull	2.13202	0.13114	1.88987	2.40520	Weibull	1221.65	7.967	1206.13	1237.36
Lognormal	2.13329	0.11814	1.91387	2.37787	Lognormal	1221.50	7.425	1207.03	1236.14
Exponential	2.13333	1.23168	0.68805	6.61455	Exponential	1221.50	863.731	305.49	4884.09
Normal	2.13333	0.11863	1.90081	2.36585	Normal	1221.50	7.425	1206.95	1236.05

Setelah melakukan penentuan distribusi pada setiap komponennya maka nilai dari MTTRnya juga mengikuti distribusi yang digunakan pada tabel di atas. terlihat bahwa setiap komponen memiliki MTTR nya masing masing pada setiap distribusi. Pada komponen servo pipe nilai MTTRnya adalah 8,370, komponen as hidrolik nilai MTTRnya adalah 2,228, komponen timing belt nilai MTTRnya adalah 8,198, komponen selang hidrolik nilai MTTRnya adalah 3,079, komponen isolator welding nilai MTTRnya adalah 2,132. Berikut merupakan Tabel 4.17 MTTF pada komponen mesin.

Untuk komponen MTTFnya, maka servo pipe nilai MTTFnya adalah 159,272, komponen as hidrolik nilai MTTFnya adalah 426,949, komponen timing belt nilai MTTFnya adalah 1.514,26, komponen selang hidrolik nilai MTTFnya adalah 1.452,22, komponen isolator welding nilai MTTFnya adalah 1.221,65. Setelah mengetahui nilai MTTR dan MTTF pada setiap komponen maka langkah selanjutnya yaitu mencari nilai MTBF pada setiap komponen. Dengan mencari nilai MTBF, pekerja/teknisi dapat mencari waktu optimal untuk pengecekan komponen tersebut. Berikut merupakan tabel MTBF dari komponen mesin.

Tabel 8. MTBF

Komponen	Tanggal	MTTR (Jam)	MTTF (Jam)	MTBF (Jam)	Tanggal Sesudah MTBF
Servo Pipe	01/08/22	8,370	159,272	167,642	26/08/22
As Hidrolik	19/09/22	2,228	426,949	429,172	21/11/22
Timing Belt	20/09/22	8,198	1.514,26	1522,458	03/06/23
Selang Hidrolik	26/09/22	3,079	1.452,22	1455,299	23/05/23
Isolator Welding	30/09/22	2,132	1.221,65	1223,782	08/04/23

Pada tabel di atas terlihat bahwa waktu yang paling efektif baik dalam pengecekan keseluruhan atau penggantian yaitu pada waktu MTBF setiap komponen mesin. Didapatkan bahwa pada komponen servo pipe MTBFnya 167,642 jam. Jika satu hari sama dengan 21 hari dengan estimasi hari senin – jumat 8 jam dan pada hari sabtu 4 jam maka langkah preventive yang dilakukan yaitu tanggal 26 Agustus 2022.

KESIMPULAN

Dari hasil kesimpulan dapat disimpulkan bahwa mesin mill memiliki *downtime* yang

cukup besar dengan total 13.368 menit. Setelah dilakukan pengukuran menggunakan OEE maka didapatkan bahwa rata-rata OEE yang diperoleh sebesar 54,79%. Persentase ini cukup jauh dari standart yaitu 85%. Faktor terbesar yang membuat persentase OEE menjadi turun yaitu faktor *performance efficiency*. Lalu setelah dilakukan perhitungan six big losses didapatkan bahwa 2 losses terbesar yaitu, rata-rata *idle and minor stoppages losses* sebesar 85,7%, dan rata-rata *reduce speed losses* sebesar 57,6%. Lalu dilakukan analisa *fishbone* untuk mengurutkan permasalahan terbesar dan penyebab dari permasalahan tersebut. Dilakukan perhitungan FMECA untuk mengetahui prioritas dari permasalahan tersebut yang perlu ditanggulangi dan melakukan analisa matriks kritikalitas dan didapatkan pemeliharaan mesin yang tidak terjadwal, tidak ada panduan menggunakan mesin yang baik dan suku cadang mesin mill tidak lengkap berserta dengan ukurannya. Maka dari itu untuk menanggulangi permasalahan yang terjadi dibuatlah penjadwalan MTBF. Pada komponen servo pipe maka dilakukan pemeriksaan kembali pada tanggal 26 Agustus 2022, as hidrolik pada tanggal 21 November 2022, komponen timing belt pada tanggal 3 Juni 2023, komponen selang hidrolik pada tanggal 23 Mei 2023, komponen isolator welding pada tanggal 8 April 2023. Hal ini dapat mengoptimalkan preventive *maintenance* sehingga efisiensi mesin dapat meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Kurniawan, *Manajemen Perawatan Industri*, Yogyakarta, Graha Ilmu, 2013.
- [2] A. Corder, *Teknik Manajemen Pemeliharaan*, Jakarta, Erlangga, 1996.
- [3] J.A. Septian, K.L. Mandagie, and W.T. Bhirawa “Analisis Sistem Pemeliharaan pada Mesin Mounter Chip Menggunakan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. Dharma Anugerah Indonesia,” *Jurnal Teknik Industri*, vol. 10, no. 1, pp. 32-46, 2021.
- [4] A. Wahid, “Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Produksi dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Proses Produksi Botol (PT. XY Pandaan Pasuruan),” *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, vol. 6, no 1, pp. 12-16, 2020.
- [5] N. Eviyanti, “Analisis Fishbone Diagram untuk Mengevaluasi Pembuatan Peralatan Aluminium Studi Kasus pada SP Aluminium Yogyakarta,” *Jurnal Audit dan Akuntansi Fakultas Ekonomi Universitas Tanjungpura*, vol. 10, no. 1, pp. 10-18, 2021.
- [6] M.C. Saputri, E. Sianto, and I.J. Mulyono, “Perancangan Preventive Maintenance dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA),” *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, vol. 17, no. 2, pp. 80-86, 2018.
- [7] A. Rahman, F. Fahma, “Penggunaan Metode FMECA (Failure Modes Effects Criticality Analysis) dalam Identifikasi Titik Kritis di Industri Kemasan,” *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 31, no. 1, pp. 110-119, 2021.
- [8] G Susanto, “Analisa Sistem Penjadwalan Perawatan Mesin EFI-DB3 dengan Menggunakan Metode Mean Time Between Failure (MTBF) di PT GT Plant R,” Tangerang, Fakultas Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Tangerang, 2018.
- [9] A.I. Winata, D.N. Prayogo, and A. Hadiyat, “Penjadwalan Perawatan dan Penggantian Spare Parts di PO. X Bojonegoro,” *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, vol. 2, no.2, pp. 1-16, 2013.
- [10] E. Febianti, P.F. Ferdinant, N. Wahyuni, and D.N. Riyani, “Usulan Penjadwalan Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Block Diagram,” *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 19, no. 1, pp. 37-48, 2020.