

Strategi Waktu Penggantian Filter Mesin *Grain Cooling Pellet* di PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Divisi Bogasari Flour Mills Surabaya

Billy Krisna Agusta Aryawirya¹, I Nyoman Lokajaya²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

Email: 1411900011@surl.untag-sby.ac.id, lokajaya@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Preventive maintenance pada filter Mesin *Grain Cooling* saat ini sebagian besar dilakukan oleh tenaga kerja sendiri, tidak menggunakan jasa dari tenaga ahli. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis waktu antar kerusakan filter Mesin *Grain Cooling* PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Divisi Bogasari Flour Mills Surabaya. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan waktu antar kerusakan filter Mesin *Grain Cooling*, dan mendapatkan jadwal *preventive maintenance* filter Mesin *Grain Cooling*. Melalui uji kesesuaian distribusi dengan metode *Kolmogorov-Smirnov*, didapatkan bahwa jarak waktu antar kerusakan perawatan filter Mesin *Grain Cooling* sesuai dengan distribusi Weibull yaitu didapatkan rata-rata jarak waktu antar kerusakan perawatan filter Mesin *Grain Cooling* adalah 4,3961 hari \approx 4 hari, rata-rata jarak waktu antar kerusakan penggantian filter Mesin *Grain Cooling* = 66 hari. Dengan keandalan sebesar 55,63%. Perawatan Filter pada bulan Januari dilakukan sebanyak 6 kali, bulan february sebanyak 6 kali, bulan maret sebanyak 6 kali, bulan april sebanyak 7 kali, bulan mei sebanyak 7 kali, bulan juni sebanyak 5 kali, bulan juli sebanyak 7 kali, bulan agustus sebanyak 7 kali, bulan september sebanyak 6 kali, bulan oktober sebanyak 7 kali, bulan november sebanyak 5 kali, bulan desember sebanyak 7 kali. Kemudian untuk penggantian Filter dalam setahun dilakukan sebanyak 5 kali, yaitu pada tanggal 1 Januari, 18 Maret, 3 Juni, 19 Agustus, dan 4 November.

Kata kunci: *filter mesin grain cooling, uji kesesuaian distribusi, keandalan*

ABSTRACT

Preventive Maintenance of Grain Cooling Machine Filters is currently mostly carried out by the workforce themselves, not using the services of experts. Thus, it is necessary to do research to analyze the time between filter damage and Grain Cooling Machine, PT. Indofood Sukses Makmur Tbk., Division of Bogasari Flour Mills Surabaya The goals of the research were to obtain the time between failures of the Grain Cooling Machine filter and a Preventive Maintenance schedule for the Grain Cooling Machine filter. Through the distribution suitability test with the Kolmogorov-Smirnov method, it was found that the time interval between failures for maintenance of the Grain Cooling Machine filter is in accordance with the Weibull distribution. The average time interval between failures for maintenance of the Grain Cooling Machine filter is 4.3961 days \approx 4 days, and the average interval between damage to the replacement of the Grain Cooling Machine filter is 66 days. With a Reliability of 55.63%. Filter replacement in January was carried out 6 times, in February 6 times, in March 6 times, in April 7 times, in May 7 times, in June 5 times, in July 7 times, in August 7 times, September 6 times, October 7 times, November 5 times, December 7 times. And filter replacement is carried out five times a year, namely on January 1st, March 18th, June 3rd, August 19th, and November 4th.

Keywords: *grain cooling machine filter, distribution suitability test, and reliability*

Pendahuluan

PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Divisi Bogasari Flour Mills Surabaya merupakan industri tepung terigu terkemuka di Indonesia. Tepung terigu merupakan makanan yang terbuat dari gandum sebagai bahan bakunya serta banyak digunakan oleh masyarakat untuk membuat berbagai macam produk pangan. Sebagai pengganti nasi, tepung terigu dapat dijadikan sebagai salah satu opsi pilihan bahan makanan, karena kandungan karbohidrat dan proteinnya cukup tinggi.

Selain produk utama berupa tepung terigu, PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Divisi Bogasari Flour Mills Surabaya juga memproduksi produk sampingan, dalam hal ini berupa *Wheat Bran* dan *Pollard* yang sudah dihancurkan [1]–[8].

Produk samping yang dijual berupa *Wheat Bran* dan *Pollard* yang dikemas, dan juga *Wheat Bran* yang diproses lanjut melalui proses *pressing* menjadi *Wheat Bran Pellet*. Proses produksi *Wheat Bran Pellet* dilakukan oleh Seksi *Pelletizing*.

Pada pertengahan tahun 2020, perusahaan memutuskan untuk Mesin *Grain Cooling* yang baru. Setelah berjalan 2 tahun, Mesin *Grain Cooling* sering mengalami kerusakan. Pada proses awal produksi *Wheat Bran Pellet* dilakukan dengan cara pengepresan pada suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$. Pada akhir proses produksi, dilakukan proses pendinginan dengan Mesin *Grain Cooling* dan dilakukan penyimpanan pada tangki beton yang disebut Silo.

Pada proses pengoperasian Mesin *Grain Cooling*, komponen filter pada Mesin *Grain Cooling* sering terhambat oleh kotoran lingkungan sekitar sehingga menyebabkan komponen filter kotor hingga rusak. Sering terlambat penanganan karena tidak ada penjadwalan perawatan filter, sehingga dapat merusak komponen lainnya seperti *Valve Expansion*. Hal tersebut menjadi permasalahan yang cukup vital terkait perawatan, karena [9] berpendapat bahwa dengan perawatan pencegahan dapat menentukan kapan mesin akan rusak, berapa komponen yang akan diganti, serta komponen apa saja yang sering dilakukan penggantian, supaya dicegah terjadi kesenjangan waktu menunggu dari pemesanan komponen baru sampai tersedianya komponen baru yang diperlukan [10]. Berikut adalah data kerusakan komponen filter pada Mesin *Grain Cooling*.

Tabel 1. Data kerusakan filter mesin *grain cooling* unit 2 Tahun 2022

No.	Jenis Kerusakan	Frekuensi Kerusakan	%
1	Malfunction Suction Filter Soiled	23	88,46%
2	Motor Condensor Fan Fault	3	11,54%
Total		26	100%

Berdasarkan hasil dari tabel 1, jenis kerusakan *Malfunction Suction Filter Soiled* menjadi jenis kerusakan yang paling sering terjadi dengan jumlah 23 kali, dengan persentase 88,46% dari jumlah keseluruhan kerusakan Mesin *Grain Cooling*. Jenis kerusakan Motor Condensor Fan Fault terjadi sebanyak 3 kali dengan prosentase 11,54% [11]–[16].

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan oleh peneliti diawali dengan identifikasi masalah, studi lapangan, studi pustaka, dan tahap terakhir yaitu pengumpulan data. Data yang dikumpulkan meliputi data *downtime*. Data yang terkumpul, selanjutnya diolah untuk kepentingan dalam penelitian. Pengolahan data dengan melakukan perhitungan nilai uji *Kolmogorov-Smirnov*, model distribusi, dan model preventif [17]–[22].

Uji *Kolmogorov-Smirnov* ini membandingkan antara data hasil penelitian (data empirik) dengan distribusi teoritis yang diasumsikan. Jika terjadi perbedaan cukup besar maka model teoritis yang diasumsikan akan ditolak. Pada proses uji K-S, data tersebut tidak perlu dikelompokkan (semua informasi tetap utuh, tidak ada yang hilang) dan berlaku terhadap berbagai besaran sampel (n) [13]–[16], [23]–[27].

- Uji *Kolmogorov-Smirnov*

$$D_n^- = \text{Max} \left\{ F(t_i) - \frac{i-1}{n} \right\} \quad D_n^+ = \text{Max} \left\{ \frac{i}{n} - F(t_i) \right\}$$

- Model Distribusi

Menurut Law (1991) terdapat beberapa distribusi statistik yang dapat digunakan, yaitu distribusi weibull, eksponensial, normal dan distribusi gamma.

Hasil Dan Pembahasan

1. Pengumpulan Data

Data *downtime* perawatan dan penggantian filter Mesin *Grain Cooling* yang diperoleh dari Seksi Pellet Silo pada PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Divisi Bogasari Flour Mills sebagai berikut:

Tabel 2. Data *downtime* filter mesin *grain cooling*

Tanggal	Jenis Kerusakan	Troubleshooting	Downtime (menit)	Jarak Waktu Antar Kerusakan (hari)
13 Januari 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	4
21 Januari	Motor Condensor	Ganti Filter Baru	120	7



2022	Fan Fault			
26 Januari 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	4
29 Januari 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	30	3
2 Februari 2022		Dibersihkan	15	1
2 Maret 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	30	7
13 Maret 2022		Dibersihkan	25	10
04 April 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	1
11 April 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	7
16 April 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	5
1 Mei 2022		Dibersihkan	20	2
26 Mei 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	12
6 Juni 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	3
11 Juni 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	5
4 Juli 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	25	7
4 Juli 2022		Dibersihkan	25	5
26 Juli 2022	Motor Condensor Fan Fault	Ganti Filter Baru	120	2
15 September 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	4
15 Oktober 2022		Dibersihkan	30	6
07 November 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	25	1
10 November 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	3
17 November 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	30	7
25 November 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	25	8
28 November 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	3
30 November 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	2
05 Desember 2022		Dibersihkan	20	4
06 Desember 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	15	1



07 December 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	15	2
12 December 2022		Dibersihkan	15	5
14 December 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	15	2
17 December 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	15	4
22 December 2022	Motor Condensor Fan Fault	Ganti Filter Baru	35	6
24 December 2022	Malfunction Suction Filter Soiled	Dibersihkan	20	3
28 December 2022		Dibersihkan	20	3

Berdasarkan hasil dari tabel 2 menunjukkan data *downtime* perawatan dan penggantian filter Mesin *Grain Cooling* dari awal tahun 2022 sampai akhir tahun 2022. Data spesifikasi filter Mesin *Grain Cooling* yang diperoleh dari Seksi Pellet Silo pada PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Divisi Bogasari Flour Mills sebagai berikut:

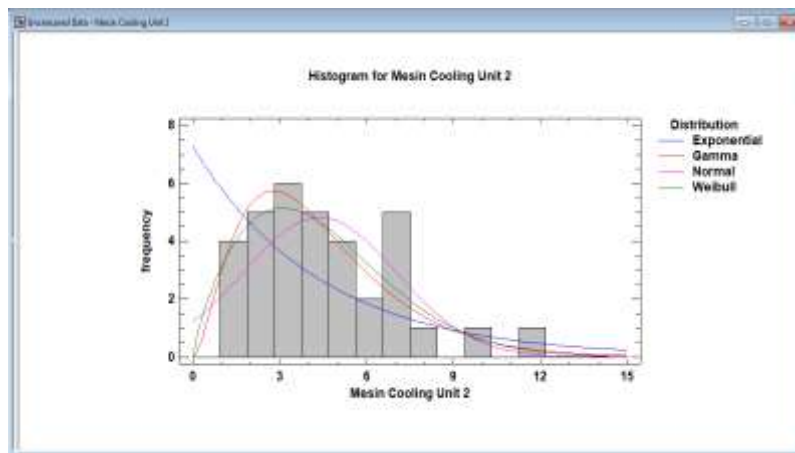
Tabel 3. Spesifikasi filter mesin *grain cooling*

Dimensi Filter dalam 1 Roll		Dimensi Filter
Panjang	9 meter	1,75 meter
Lebar	1,25 meter	1,20 meter
Tebal	2,5 centimeter	2,0 centimeter
Harga	Rp 3.127.824	-

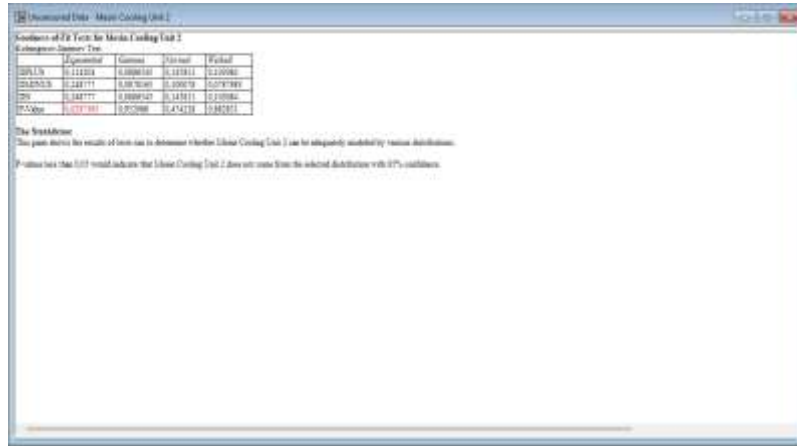
2. Pengolahan Data

Berdasarkan data perawatan filter Mesin *Grain Cooling* tersebut dilakukan uji kesesuaian distribusi dengan bantuan program *statgraph centurion* didapatkan sebagai berikut :

- H₀ : Data jarak waktu antar kerusakan perawatan filter Mesin *Grain Cooling* sesuai dengan Distribusi Weibull
- H₁ : Data jarak waktu antar kerusakan perawatan filter Mesin *Grain Cooling* tidak sesuai dengan Distribusi Weibull

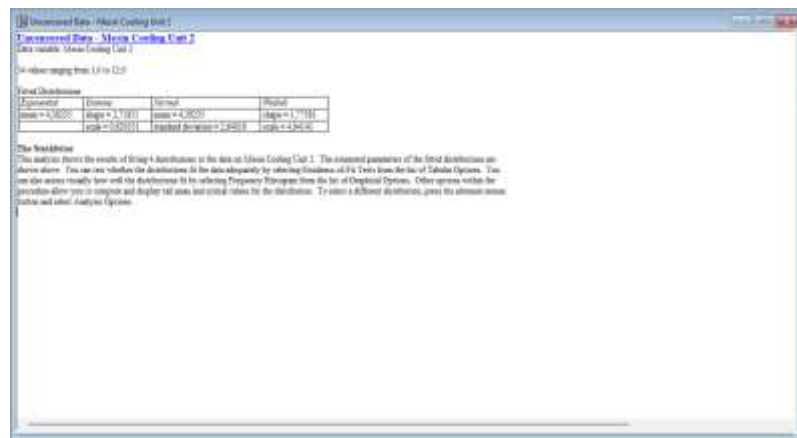


Gambar 1. Histogram jarak waktu antar kerusakan



Gambar 2. Nilai P dari masing-masing distribusi

Nilai P yang kurang dari 0,05 menunjukkan bahwa Mesin *Cooling Unit 2* tidak berasal dari distribusi tersebut dengan tingkat kepercayaan 95%.



Gambar 3. Hasil analisis dari masing-masing distribusi

Parameter Distribusi Normal:
 Mean (μ) = 4,38235
 Standard Deviation (σ) = 2,64019

Tabel 4. Perhitungan uji kesesuaian distribusi normal jarak waktu antar kerusakan perawatan filter mesin *grain cooling*

i	Jarak Waktu Antar Kerusakan (hari)	$Z = \frac{(t - \mu)}{\sigma}$	$F(t)$	$D_n^- = \text{Max} \left\{ F(t_i) - \frac{i-1}{n} \right\}$	$D_n^+ = \text{Max} \left\{ \frac{i}{n} - F(t_i) \right\}$
1	1	-1,281101	0,100102	0,100102	-0,07069023
2	1	-1,281101	0,100102	0,07069023	-0,04127847
3	1	-1,281101	0,100102	0,04127847	-0,01186670
4	1	-1,281101	0,100102	0,01186670	0,01754505
5	2	-0,90234	0,183479	0,06583194	-0,03642017
6	2	-0,90234	0,183479	0,03642017	-0,00700841
7	2	-0,90234	0,183479	0,00700841	0,02240335
8	2	-0,90234	0,183479	-0,02240335	0,05181511
9	2	-0,90234	0,183479	-0,05181511	0,08122688
10	3	-0,52358	0,30031	0,03560411	-0,00619235
11	3	-0,52358	0,30031	0,00619235	0,02321941

12	3	-0,52358	0,30031	-0,02321941	0,05263117
13	3	-0,52358	0,30031	-0,05263117	0,08204294
14	3	-0,52358	0,30031	-0,08204294	0,11145470
15	3	-0,52358	0,3015	-0,11026470	0,13967647
16	4	-0,144819	0,442424	0,00124752	0,02816423
17	4	-0,144819	0,442424	-0,02816423	0,057576
18	4	-0,144819	0,442424	-0,057576	0,08698776
19	4	-0,144819	0,442424	-0,08698776	0,11639952
20	4	-0,144819	0,442424	-0,11639952	0,14581129
21	5	0,2339415	0,592482	0,00424670	0,02516505
22	5	0,2339415	0,592482	-0,02516505	0,05457682
23	5	0,2339415	0,592482	-0,05457682	0,08398858
24	5	0,2339415	0,592482	-0,08398858	0,11340035
25	6	0,6127021	0,7291	0,02321764	0,00619411
26	6	0,6127021	0,7291	-0,00619411	0,03560588
27	7	0,9914627	0,8389	0,07419411	-0,04478235
28	7	0,9914627	0,8389	0,04478235	-0,01537058
29	7	0,9914627	0,8389	0,01537058	0,01404117
30	7	0,9914627	0,8389	-0,01404117	0,04345294
31	7	0,9914627	0,8389	-0,04345294	0,07286470
32	8	1,3702234	0,9147	0,00293529	0,02647647
33	10	2,1277446	0,983	0,04182352	-0,01241176
34	12	2,8852658	0,998	0,02741176	0,002
Max				0,100102	0,14581129
Dn				0,145811294	

Parameter Distribusi Weibull:

Shape (α) = 1,77381

Scale (β) = 4,94143

$$D_n^- = \text{Max} \left\{ F(t_i) - \frac{i-1}{n} \right\} \quad D_n^+ = \text{Max} \left\{ \frac{i}{n} - F(t_i) \right\}$$

Tabel 5. Perhitungan uji kesesuaian distribusi weibull jarak waktu antar kerusakan perawatan filter mesin *grain cooling*

i	Jarak Waktu		$F(t) = 1 - e^{-t/B}$	$D_n^- = \text{Max} \left\{ F(t_i) - \frac{i-1}{n} \right\}$	$D_n^+ = \text{Max} \left\{ \frac{i}{n} - F(t_i) \right\}$
	Antar Kerusakan	(hari)			
1	1	1	0,05709	0,05709	-0,02768
2	1	1	0,05709	0,02768	0,00174
3	1	1	0,05709	-0,00174	0,03115
4	1	1	0,05709	-0,03115	0,06056
5	2	2	0,18209	0,06444	-0,03503
6	2	2	0,18209	0,03503	-0,00562
7	2	2	0,18209	0,00562	0,02379
8	2	2	0,18209	-0,02379	0,05320
9	2	2	0,18209	-0,05320	0,08261
10	3	3	0,33809	0,07339	-0,04397
11	3	3	0,33809	0,04397	-0,01456
12	3	3	0,33809	0,01456	0,01485



13	3	0,33809	-0,01485	0,04426
14	3	0,33809	-0,04426	0,07367
15	3	0,33809	-0,07367	0,10308
16	4	0,49709	0,05592	-0,02650
17	4	0,49709	0,02650	0,00291
18	4	0,49709	-0,00291	0,03232
19	4	0,49709	-0,03232	0,06173
20	4	0,49709	-0,06173	0,09114
21	5	0,63981	0,05157	-0,02216
22	5	0,63981	0,02216	0,00725
23	5	0,63981	-0,00725	0,03666
24	5	0,63981	-0,03666	0,06607
25	6	0,75610	0,05022	-0,02081
26	6	0,75610	0,02081	0,00860
27	7	0,84350	0,07880	-0,04939
28	7	0,84350	0,04939	-0,01998
29	7	0,84350	0,01998	0,00944
30	7	0,84350	-0,00944	0,03885
31	7	0,84350	-0,03885	0,06826
32	8	0,90467	-0,00709	0,03650
33	10	0,96955	0,02838	0,00103
34	12	0,99197	0,02139	0,00803
		Max	0,078799	0,103084
		Dn	0,103084	

Rata-rata jarak waktu antar kerusakan perawatan filter Mesin *Grain Cooling*:

$$\begin{aligned} \frac{\beta}{\alpha} \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right) &= \frac{4,94143}{1,77381} \Gamma\left(\frac{1}{1,77381}\right) \\ &= 2,7857 \Gamma(0,5637) \\ &= 2,7857 \left(\frac{\Gamma(1,5637)}{0,5637}\right) \\ &= 2,7857 \left(\frac{0,889639}{0,5637}\right) \\ &= 4,3961 \text{ hari} \approx 4 \text{ hari} \end{aligned}$$

Rata-rata jarak waktu antar kerusakan penggantian filter Mesin *Grain Cooling* :

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{\sum X}{n} = \frac{(74+58)}{2} \\ &= 66 \text{ hari} \end{aligned}$$

Keandalan filter Mesin *Grain Cooling* adalah

$$\begin{aligned} R(t) &= P(x > t) \\ &= 1 - P(x \leq t) \\ &= 1 - F(t) \end{aligned}$$

$$= 1 - (1 - e^{-(t/\beta)^\alpha})$$

$$= e^{-(t/\beta)^\alpha} = e^{-(4,3961/4,94143)^{1,77381}} = 0,5563 \sim 55,63 \%$$

Harga Filter per pc :

$$\frac{\text{Panjang Dimensi Filter per 1 Roll}}{\text{Panjang Dimensi Filter per pc}} = \frac{9 \text{ meter}}{1,75} = 5,1428 \approx 5 \text{ pc/roll}$$

$$\frac{\text{Harga Filter per 1 Roll}}{\text{Jumlah Filter per 1 Roll}} = \frac{\text{Rp } 3.127.824}{5} = \text{Rp } 625.565/\text{pc}$$

3. Analisis Data

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa jarak waktu antar kerusakan perawatan filter Mesin *Grain Cooling* sesuai dengan distribusi Weibull dengan didapatkan rata-rata jarak waktu antar kerusakan perawatan filter Mesin *Grain Cooling* adalah 4,3961 hari \approx 4 hari, rata-rata jarak waktu antar kerusakan penggantian filter Mesin *Grain Cooling* = 66 hari dan keandalannya mencapai 55,63 %

Dengan demikian setiap 4 hari harus dilakukan perawatan filter dan setiap 66 hari dilakukan penggantian filter Mesin *Grain Cooling*. Dari hasil tersebut, diusulkan untuk membuat jadwal *preventive maintenance* dalam satu tahun. Selanjutnya, membuat jadwal dalam *preventive maintenance* menjadi hal penting karena dalam arti kegiatan proyek konstruksi merupakan suatu sistem yang mendefinisikan langkah-langkah yang diperlukan untuk menuntaskan proyek dalam urutan serta susunan kerangka waktu tertentu, sehingga setiap kegiatan harus dilakukan secara berurutan agar suatu proyek tersebut selesai dengan tepat waktu disertai penggunaan biaya yang minimum (Callahan, dalam Walean dkk, 2012).

Pembuatan jadwal *preventive maintenance* menjadi hal mendasar yang didukung oleh pendapat Li Dawei (2014) bahwa *preventive maintenance* bertujuan untuk melakukan penyelesaian terhadap kerusakan fasilitas atau asset, sehingga kelebihan dari segi biaya yang bisa dikelola lebih efisien untuk memastikan agar kegiatan operasi produksi dapat berjalan dengan baik. Selain itu, melakukan penjadwalan *preventive maintenance* juga merupakan hal penting untuk mencapai tujuan penyelesaian pada kerusakan fasilitas. Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Mudakkir (2022) yang membuat penjadwalan *preventive maintenance* selama beberapa kali dalam setahun.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut maka dapat dikatakan bahwa adanya penjadwalan *preventive maintenance* akan membuat perhitungan biaya menjadi lebih efisien. Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Kurniawati (2017) dan Roihan (2018) yang berfokus pada pentingnya menentukan interval waktu perawatan mesin disertai perhitungan biaya agar lebih efisien. Kemudian sejalan pula dengan hasil penelitian Soesetyo (2014) yang mana efisiensi biaya untuk tiap komponen kritis adalah sebesar 12% sampai dengan 90% dibanding biaya *preventive maintenance* sebelumnya.

Berikut merupakan usulan penjadwalan dalam satu tahun untuk *Preventive Maintenance* Mesin *Grain Cooling*:

Perawatan Filter : 4 hari
 Penggantian Filter : 66 hari

Tabel 6. Penjadwalan Bulan Januari 2024

Januari 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Tabel 7. Penjadwalan Bulan Februari 2024

Februari 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29		

Tabel 8. Penjadwalan Bulan Maret 2024

Maret 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Tabel 9. Penjadwalan Bulan April 2024

April 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Tabel 10. Penjadwalan Bulan Mei 2024

Mei 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Tabel 11. Penjadwalan Bulan Juni 2024

Juni 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						



Tabel 12. Penjadwalan Bulan Juli 2024

Juli 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Tabel 13. Penjadwalan Bulan Agustus 2024

Agustus 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Tabel 14. Penjadwalan Bulan September 2024

September 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Tabel 15. Penjadwalan Bulan Oktober 2024

Oktober 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Tabel 16. Penjadwalan Bulan November 2024

November 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30



Tabel 17. Penjadwalan Bulan Desember 2024

Desember 2024						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Tabel 18. Frekuensi Preventive Maintenance dalam satu tahun

Bulan	Perawatan Filter	Penggantian Filter
Januari	6	1
Februari	6	0
Maret	6	1
April	7	0
Mei	7	0
Juni	5	1
Juli	7	0
Agustus	6	1
September	7	0
Oktober	6	0
November	6	1
Desember	7	0
Total	76	5

Pada tabel 18 menunjukkan Frekuensi Perawatan Filter dalam satu tahun adalah sebanyak 76 kali, sedangkan Penggantian Filter sebanyak 5 kali dalam satu tahun. Biaya yang diperlukan untuk setiap perawatan dan penggantian filter Mesin *Grain Cooling* dalam satu tahun adalah sebagai berikut:

- 1) Biaya tiap Perawatan Filter = Rp 0,-
 Frekuensi Perawatan Filter dalam satu tahun = 76 kali
 Biaya Perawatan Filter dalam satu tahun = $Rp0,- \times 76 \text{ kali} = Rp 0,-/tahun$
 - 2) Biaya tiap Penggantian Filter = Rp 625.565,-
 Frekuensi Perawatan Filter dalam satu tahun = 5 kali
 Biaya Perawatan Filter dalam satu tahun = $Rp 625.565,- \times 5 \text{ kali} = Rp 3.127.824,-/tahun$
- Biaya *Preventive Maintenance* = *Biaya Perawatan Filter* + *Biaya Penggantian Filter*
 = $Rp 0,- + Rp 3.127.824 = Rp 3.127.824$

Simpulan

Sesuai dengan tujuan penelitian dan analisis hasil penelitian, kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Jarak waktu antar kerusakan perawatan filter Mesin *Grain Cooling* sesuai dengan distribusi Weibull dengan didapatkan rata-rata jarak waktu antar kerusakan perawatan filter Mesin *Grain Cooling* adalah 4,3961 hari ≈ 4 hari, rata-rata jarak waktu antar kerusakan penggantian filter Mesin *Grain Cooling* = 66 hari. Dengan Keandalan sebesar 55,63%. Penjadwalan *Preventive Maintenance* dalam satu tahun diperoleh sebagai berikut

- a) Perawatan Filter
 - Bulan Januari dilakukan pada tanggal = 6, 10, 15, 19, 24, 29
 - Bulan Februari dilakukan pada tanggal = 2, 7, 12, 16, 21, 26
 - Bulan Maret dilakukan pada tanggal = 1, 6, 11, 15, 22, 27
 - Bulan April dilakukan pada tanggal = 1, 5, 10, 15, 19, 24, 29



- Bulan Mei dilakukan pada tanggal = 3, 8, 13, 17, 22, 27, 31
 - Bulan Juni dilakukan pada tanggal = 7, 12, 17, 21, 26
 - Bulan Juli dilakukan pada tanggal = 1, 5, 10, 15, 19, 24, 29
 - Bulan Agustus dilakukan pada tanggal = 2, 7, 12, 16, 23, 28
 - Bulan September dilakukan pada tanggal = 4, 9, 13, 18, 23, 27
 - Bulan Oktober dilakukan pada tanggal = 2, 7, 11, 16, 21, 25, 30
 - Bulan November dilakukan pada tanggal = 8, 13, 18, 22, 27
 - Bulan Desember dilakukan pada tanggal = 2, 6, 11, 16, 20, 25, 30
- b) Penggantian Filter
- Bulan Januari dilakukan pada tanggal 1
 - Bulan Maret dilakukan pada tanggal 18
 - Bulan Juni dilakukan pada tanggal 3
 - Bulan Agustus dilakukan pada tanggal 19
 - Bulan November dilakukan pada tanggal 4

Berdasarkan hasil penelitian, usulan penjadwalan *preventive maintenance* komponen Filter pada Mesin *Grain Cooling* dengan waktu yang telah ditentukan bisa dijadikan acuan perusahaan untuk melakukan sistem perawatan mesin guna meningkatkan kinerja mesin.

Daftar Pustaka

- [1] C. C. Thompson, "Relationship between Historical Trends, Equipment Age, Maintenance, and Circuit Breaker Failure Rates," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 55, no. 6, pp. 5699–5707, 2019, doi: 10.1109/TIA.2019.2937927.
- [2] T. Y. Nam, "A Study on Determination of Facility Maintenance Timing for Photovoltaic System Using Hybrid Failure Rate," *Trans. Korean Inst. Electr. Eng.*, vol. 71, no. 11, pp. 1541–1551, 2022, doi: 10.5370/KIEE.2022.71.11.1541.
- [3] M. R. Galankashi, "Maintenance strategy selection in a cement company: An integrated AHP-FAHP approach," *AIP Conference Proceedings*, vol. 2217, 2020. doi: 10.1063/5.0000519.
- [4] S. Bhanji, "ADVANCED ENTERPRISE ASSET MANAGEMENT SYSTEMS: IMPROVE PREDICTIVE MAINTENANCE and ASSET PERFORMANCE by LEVERAGING INDUSTRY 4.0 and the INTERNET of THINGS (IOT)," *Proceedings of the 2021 Joint Rail Conference, JRC 2021*. 2021. doi: 10.1115/JRC2021-58346.
- [5] R. Mena, "An optimization framework for opportunistic planning of preventive maintenance activities," *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 215, 2021, doi: 10.1016/j.res.2021.107801.
- [6] S. Luongo, "Human Machine Interface Issues for Drone Fleet Management," *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 876, pp. 791–796, 2019. doi: 10.1007/978-3-030-02053-8_120.
- [7] H. Torun, "Machine criticality level assignment with fuzzy inference system for RCM," *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1029, pp. 1363–1370, 2020. doi: 10.1007/978-3-030-23756-1_159.
- [8] K. A. F. Mohamed, "Using Risk Based Maintenance Optimization RBMO to Save Costs," *Society of Petroleum Engineers - Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference, ADIP 2021*. 2021. doi: 10.2118/208026-MS.
- [9] A. Rahman, "Industry 4.0 and society 5.0 through lens of condition based maintenance (CBM) and machine learning of artificial intelligence (MLAI)," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 852, no. 1, 2020. doi: 10.1088/1757-899X/852/1/012022.
- [10] Z. Hussain, "Establishing simulation model for optimizing efficiency of CNC machine using reliability-centered maintenance approach," *Int. J. Model. Simulation, Sci. Comput.*, vol. 10, no. 6, 2019, doi: 10.1142/S179396231950034X.
- [11] F. Zhang, "Optimal Maintenance of a System With Multiple Deteriorating Components Served by Dedicated Teams," *IEEE Trans. Reliab.*, 2022, doi: 10.1109/TR.2022.3190274.
- [12] E. F. Mami, "Maintenance optimisation through quality management: A case study in 'Alzinc' Plant in Algeria," *Int. J. Product. Qual. Manag.*, vol. 27, no. 1, pp. 97–123, 2019, doi: 10.1504/IJPQM.2019.099629.
- [13] Y. J. Han, "Optimal inspection and replacement strategy for 145 kV gas-insulated switchgear," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part O J. Risk Reliab.*, vol. 236, no. 2, pp. 339–347, 2022, doi: 10.1177/1748006X19893540.
- [14] F. Ansari, "Text mining for AI enhanced failure detection and availability optimization in production



- systems,” *CIRP Ann.*, vol. 70, no. 1, pp. 373–376, 2021, doi: 10.1016/j.cirp.2021.04.045.
- [15] M. Yu, “Joint optimization method of production scheduling for prefabricated components based on preventive maintenance,” *Chinese Control Conference, CCC*, vol. 2022. pp. 1940–1944, 2022. doi: 10.23919/CCC55666.2022.9901757.
- [16] A. Giuria-Farías, “Maintenance management model based on RCM and TPM to optimize times and costs within the useful life cycle of nautical assets,” *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, vol. 2022. 2022. doi: 10.18687/LACCEI2022.1.1.747.
- [17] V. C. Dewi, V. Amrizal, and F. E. M. Agustin, “Implementation of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System and Image Processing for Design Applications Paper Age Prediction,” *J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–57, 2023.
- [18] S. S. Lubis, “Identify Financial Ratios to Measure The Company’s Financial Performance,” *J. Econ. Bus. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2023.
- [19] I. N. Permadi and D. B. Nisa, “A Model Experiment Design Using the Taguchi Method: A Case Study Of Making Concrete Roof,” *J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 36–44, 2023.
- [20] F. Pohan, I. Saputra, and R. Tua, “Scheduling Preventive Maintenance to Determine Maintenance Actions on Screw Press Machine,” *J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2023.
- [21] T. M. Sari and W. Dini, “Risk Assessment and Mitigation Strategy in The Halal Broiler Supply Chain,” *J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–24, 2023.
- [22] G. Filhaq, S. Aprianto, and H. Alfianto, “Design of Smart Locker Door Using Quality Function Deployment Based on ATmega 2560 Microcontroller,” *J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–35, 2023.
- [23] É. P. Chambel, “RCM3 methodology applied to the cooling system of a Land Military Vehicle with the application of Colored Petri nets,” *Proceedings of the 31st European Safety and Reliability Conference, ESREL 2021*. pp. 2441–2448, 2021. doi: 10.3850/978-981-18-2016-8_699-cd.
- [24] H. A. R. Ardabili, “A probabilistic reliability-centred maintenance approach for electrical distribution networks,” *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 15, no. 6, pp. 1070–1080, 2021, doi: 10.1049/gtd2.12081.
- [25] Z. Ma, “Data-driven decision-making for equipment maintenance,” *Autom. Constr.*, vol. 112, 2020, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103103.
- [26] L. Ciani, “Condition-based Maintenance for OilGas system basing on Failure Modes and Effects Analysis,” *5th International Forum on Research and Technologies for Society and Industry: Innovation to Shape the Future, RTSI 2019 - Proceedings*. pp. 85–90, 2019. doi: 10.1109/RTSI.2019.8895587.
- [27] R. Venkataswamy, “Internet of things based metaheuristic reliability centered maintenance of distribution transformers,” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 463, no. 1. 2020. doi: 10.1088/1755-1315/463/1/012047.