

PERENCANAAN PROGRAM PEMELIHARAAN PADA MESIN PENGOLAH GULA SEMUT MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN FC3R MAINTENANCE DI PESANTREN AT-TAQWA TASIKMALAYA

MAINTENANCE PROGRAMS PLANNING OF ANT SUGAR PROCESSING MACHINES USING FAILURE FMEA AND FC3R MAINTENANCE METHODS IN AT-TAQWA BOARDING SCHOOL TASIKMALAYA

Agnis Fadhilah Sukmana¹, Aji Pamoso², Haris Rachmat.³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

agnisfadhilah@student.telkomuniversity.ac.id¹, humamsiddiq@telkomuniversity.ac.id², harisrachmat@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Pesantren At-taqwa Tasikmalaya merupakan salah satu lembaga masyarakat yang mendapat bantuan dari Bank Indonesia berupa mesin pengolah gula semut. Adanya mesin baru yang digunakan serta keterbatasan pengetahuan SDM di Pesantren At-taqwa mengenai mesin juga pemeliharaannya, maka penelitian ini bertujuan untuk membuat program pemeliharaan terjadwal pada setiap komponen di mesin pengolah gula semut. Metode yang digunakan adalah Metode FMEA dan metode FC3R. Penggunaan metode FMEA bertujuan untuk mengetahui secara merinci mengenai kerusakan pada komponen, kemudian dalam penentuan nilai *Risk Priority Number* (RPN) hasil yang didapat untuk mengetahui prioritas pemeliharaan komponen. Sedangkan penggunaan metode FC3R bertujuan untuk mengetahui kegiatan serta tindakan pemeliharaan yang tepat berdasarkan kerusakan yang terjadi, sehingga terbentuk suatu program pemeliharaan. Selain itu untuk menentukan jadwal pemeliharaan, dilakukan studi literatur mengenai interval waktu pemeliharaan pada setiap komponen. Hasil yang didapat pada penelitian ini yaitu prioritas pemeliharaan komponen yang paling kritis yaitu elektro motor dengan nilai RPN 200 sedangkan untuk komponen yang paling minor adalah rak loyang dengan nilai RPN 24. Kemudian untuk hasil program pemeliharaan yang dikategorikan kedalam 5 kegiatan yaitu *Fixed Time Maintenance*, *Condition Based Maintenance*, *Routine Asset Care*, *Run-To-Failure*, dan *Replacement Maintenance* serta interval waktu pemeliharaan yang kelompokkan menjadi harian, mingguan, bulanan, tahunan dan kondisional.

Kata kunci : Pemeliharaan, Mesin Pengolah Gula Semut, FC3R, FMEA

Abstract

At-taqwa Boarding School Tasikmalaya is one of the community institutions that received assistance i by Bank Indonesia in the form of an ant sugar processing machine. The number of new machines used and the limited knowledge of human resources regarding machines and their maintenance, so this study aims to create a scheduled maintenance program for component. The use of the FMEA method aims to find out in detail about the damage to the components, then in determining the value of the RPN the results obtained are to determine the priority of component maintenance. While the use of the FC3R method aims to determine the appropriate maintenance activities and actions so that a maintenance program is formed. In addition a literature study was conducted on the maintenance time interval. The results obtained the maintenance of the most critical component, namely the electromotor with an RPN value of 200 while the most minor component is a pan rack with an RPN value of 24. Then a maintenance program is categorized into 5 activities, namely *Fixed Time Maintenance*, *Condition Based Maintenance*, *Routine Asset Care*, *Run-To-Failure*, and *Replacement Maintenance*, maintenance time intervals which are grouped into daily, weekly, monthly, yearly and conditionally.

Keywords : Maintenance, Palm Sugar Machine, FC3R, FMEA

I. Pendahuluan

Pemerintah Indonesia memberikan kewenangan kepada Bank Indonesia sebagai salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) untuk membantu mengembangkan Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) diberbagai bidang usaha. Bank Indonesia mewujudkan kewenangan tersebut melalui program *Corporate Social Responsibility* (CSR) dengan cara menyalurkan bantuan kepada lembaga masyarakat, salah satu lembaga yang diberikan bantuan adalah Pesantren At-Taqwa di Kabupaten Tasikmalaya berupa mesin pengolah gula semut. Pertimbangan pemberian mesin pengolah semut karena melihat potensi daerah di Kabupaten Tasikmalaya merupakan daerah ketiga di Jawa Barat yang memiliki komoditi aren terbesar yaitu sekitar 8.442 kilogram/hektar pertahun [1] sehingga hal tersebut dapat dijadikan peluang usaha untuk pesantren dalam mengembangkan

kemandirian ekonominya [2]. Mesin pengolah gula semut secara resmi beroperasi pada Februari 2021. Maka dari itu dengan banyaknya mesin baru yang digunakan, sangat penting bagi pihak Pesantren At-taqwa khususnya operator yang notabene adalah santri di pesantren tersebut untuk mengetahui dasar dari mesin tersebut, seperti cara penggunaan mesin, prinsip kerja mesin dan pemeliharaan mesin agar proses produksi dapat berjalan lancar [3]. Pemeliharaan bagi mesin atau komponen sangat penting karena selain dapat memperlancar proses produksi, pemeliharaan juga dapat meminimalisir kerusakan komponen [4]. Selain itu, dengan melakukan pemeliharaan Pesantren At-taqwa dapat memperpanjang umur pakai serta menghemat biaya untuk pergantian kompoen yang rusak selama masa pemakaian [5]. Karena berdasarkan kurva laju kerusakan, pada umumnya komponen yang baru dioperasikan memiliki kurva laju kerusakan yang terus menurun dan berbanding lurus dengan fungsinya. Maka untuk mempertahankan fungsi komponen agar tidak terus menurun sehingga konstan selama dipakai harus dilakukan perencanaan program pemeliharaan *preventive* atau *corrective* [6]. Berdasarkan masalah serta kebutuhan yang ada, untuk melakukan perencanaan program pemeliharaan akan menggunakan Metode FC3R [7] dan FMEA [8]. Program pemeliharaan yang dihasilkan berisi kegiatan serta tindakan pemeliharaan juga interval waktu pemeliharaan, pada penelitian ini juga akan diketahui mengenai peringkat prioritas pemeliharaan disetiap komponen.

II. Landasan Teori

II.1 Maintenance

Pengertian *Maintenance* adalah kombinasi dari tindakan teknis, administratif dan manajerial siklus hidup item (alat, mesin) yang bertujuan untuk mempertahankan atau memulihkan ke keadaan semula sehingga dapat melakukan fungsi yang diperlukan [9] Maka dari itu, sangat penting bagi suatu organisasi untuk membuat perencanaan program maintenance karena sangat menguntungkan, tujuan utama dari maintenance [10] adalah sebagai berikut :

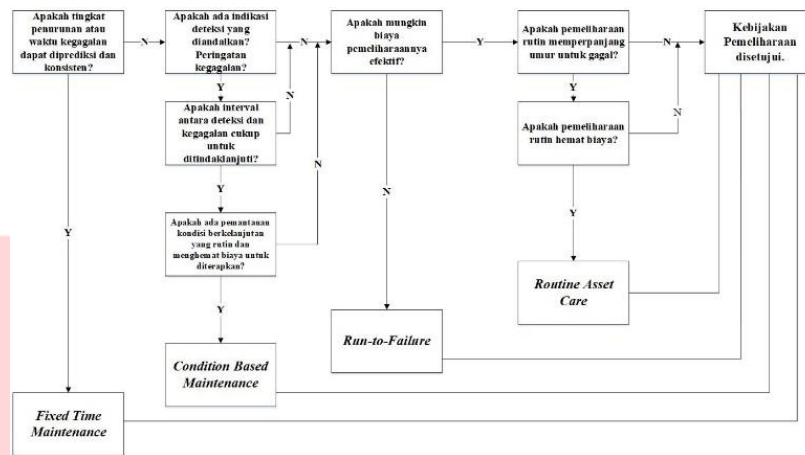
- Memperpanjang umur penggunaan asset
- Menjamin ketersediaan suku cadang pada peralatan sehingga dapat meningkatkan menghemat biaya pemeliharaan
- Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan
- Menjamin keselamatan pengguna

II.2 Metode FC3R (*Fixed Time Maintenance, Condition Based Maintenance, Routine Asset care, Run-to-Failure, Replacement Maintenance*)

Metode ini merupakan penggabungan dari lima kegiatan pemeliharaan dasar untuk mencegah mesin dan alat mengalami kerusakan atau kegagalan. Fungsi dari metoder FC3R ini yaitu sebagai penghubung untuk memperoleh ketersediaan peralatan, peningkatan produktivitas, membantu meningkatkan teknologi dan memberikan kenyamanan keandalah serta meminimalkan penghentian produksi [7]. Berikut merupakan 5 kegiatan pemeliharaan tersebut:

- *Fixed Time Maintenance*, yaitu kegiatan pemeliharaan berdasarkan interval waktu yang ditetapkan dan memiliki kerusakan yang secara konstan terjadi. Waktu pemeliharaan ini berada diantara batas kapasitas mesin dan tugas aktual mesin.
- *Condition Based Maintenance*, yaitu kegiatan memantau kondisi mesin atau peralatan yang melibatkan inspeksi pada saat mesin beroperasi selama periode tertentu. Keuntungan dari jenis pemeliharaan ini menghindari kegagalan *catastrophic*.
- *Routine Asset Care*, yaitu kegiatan yang dilakukan secara regular dan dapat memperpanjang umur mesin atau peralatan.
- *Run to Failure*, yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan saat mesin atau alat telah mengalami kegagalan dengan pertimbangan biaya pemeliharaan yang dikeluarkan lebih besar daripada biaya penggantian komponen.
- *Replacement Maintenance*, yaitu kegiatan perombakan total mesin atau peralatan dengan cara pemasangan ulang peralatan tersebut karena masa pakai yang telah habis.

Dalam menentukan kegiatan pemeliharaannya, metode FC3R ini memiliki diagram keputusan pemeliharaan sebagai berikut:



Gambar II 1 Diagram Keputusan FC3R

II.3 Failure Modes Effect Analysis (FMEA)

Failure Modes Effect Analysis (FMEA) merupakan alat yang digunakan untuk mengevaluasi komponen berdasarkan mode kegagalannya serta pengaruhnya terhadap kegagalan sistem [8]. Dalam melakukan identifikasi FMEA, digunakan pengetahuan tentang proses produksi dan spesifikasi serta kinerja mesin dengan pertimbangan tiga faktor *Risk Priority Number* (RPN) untuk menilai mode dan efek potensi kegagalan mesin [11] :

- *Severity*, yaitu tingkat keparahan yang dialami mesin sebagai konsekuensi dari kegagalan yang terjadi.
- *Occurrence*, yaitu probabilitas atau frekuensi terjadinya kegagalan yang dialami mesin.
- *Detection*, yaitu probabilitas kegagalan yang terdeteksi sebelum dampak atau efeknya terjadi.

Kemudian untuk memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) didapatkan melalui persamaan berikut:

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

II.4 Lifetime Component

Pada komponen *bearing* penentuan umur komponen akan dilakukan berdasarkan analisis pada tabel umur bantalan untuk berbagai jenis mesin sebagai berikut:

Tabel II 1 Umur Bantalan berbagai jenis mesin[12]

No	Application of bearing	Life of bearing, in hours
1	Instrumen dan alat yang jarang digunakan, (a) Alat peraga, mekanisme untuk mekanisme untuk mengoperasikan pintu geser (b) Mesin pesawat terbang	(a) 500 jam (b) 1000 – 2000 jam
2	Mesin yang digunakan untuk jangka pendek atau sebentar-sebentar dan memiliki kerusakan dengan konsekuensi tidak serius, seperti: <i>hand tools</i> , alat angkat di bengkel, mesin produksi, mesin pertanian, derek di took-toko, mesin domestik.	4000 – 8000 jam
3	Mesin yang bekerja sebentar-sebentar dan memiliki kerusakan dengan konsekuensi serius, seperti: mesin bantu di stasiun kerja, konveyor pabrik untuk aliran produksi, lift, derek untuk barang potong, dan peralatan yang sering digunakan.	8000 - 12.000 jam
4	Mesin yang bekerja 8 jam perhari dan tidak selalu digunakan secara maksimal, seperti: motor listrik, unit <i>gear</i> serbaguna.	12.000 – 20.000 jam
5	Mesin bekerja 8 jam perhari dan digunakan secara maksimal, seperti: mesin untuk industry teknik, crane untuk barang curah, kipas ventilasi, <i>countershafts</i> .	20.000 – 30.000 jam

6	Mesin yang bekerja 24 jam per hari, seperti: <i>separators, comporessors</i> , pompa, kerekan tambang, kapal angkatan laut.	40.000-60.000 jam
7	Mesin yang dibutuhkan untuk bekerja dengan tingkat keandalan yang tinggi selama 24 jam per hari, seperti: mesin pembuat <i>pulp</i> dan <i>paper</i> , pembangkit listrik umum, pompa tambang, saluran air.	100.000 – 200.000 jam

Pada komponen *v-belt* penentuan umur komponen berdasarkan persamaan berikut:

$$H = \frac{N_{base}}{3600 \cdot u \cdot X} \left[\frac{\sigma_{fat}}{\sigma_{max}} \right]^m$$

dimana,

N_{base} = Basis dari *fatigue test*, 10^7 cycle

u = Jumlah putaran *belt*

X = Jumlah pulley

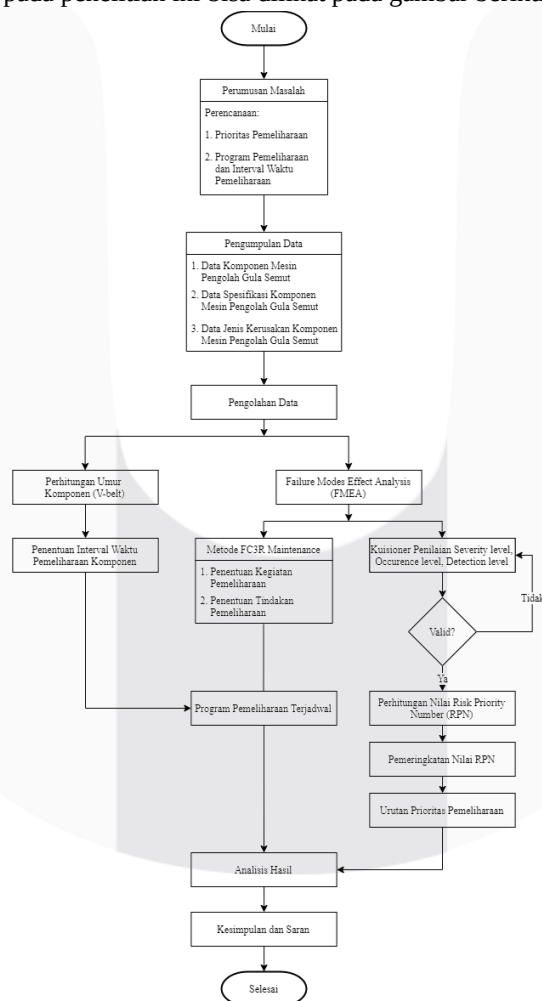
σ_{fat} = Batas kelelahan (kg/cm^2)
untuk *v-belt* = 90 kg/cm^2

σ_{max} = Tegangan maksimum (kg/cm^2)

m = Konstanta *v-belt* = 8

III. Metode Penyelesaian Masalah

Metode penyelesaian masalah pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar III 1 Metode Penyelesaian Masalah

IV. Pembahasan

IV.1 Data Komponen

Data komponen mesin merupakan hasil dari *system breakdown structure* yang berisi kumpulan data komponen penyusun dari mesin perajang, mesin kristalisator, oven, mesin penepung, dan mesin sortasi. Dari hasil SBS pada masing-masing mesin, didapat bahwa ada beberapa komponen yang sama sehingga dapat diringkas sebagai berikut:

Tabel IV 1 Komponen Mesin Gula Semut

Mesin Komponen	Mesin Perajang	Mesin Kristalisator	Oven	Mesin Penepung	Mesin Sortasi
Rangka mesin	✓	✓		✓	✓
Penutup	✓	✓			
Pisau	✓			✓	
Poros	✓	✓		✓	✓
Bearing	✓	✓		✓	✓
Pulley	✓	✓		✓	✓
V-belt	✓	✓		✓	✓
Gerbox		✓			
Garpu		✓			
Wajan		✓			
Kompor		✓	✓		
Saringan				✓	✓
Pengayun					✓
Elektro motor	✓	✓			✓
Motor bensin				✓	
Bodi oven			✓		
Rak loyang			✓		
Loyang			✓		
Electric blower			✓		
Pipa blower			✓		
Thermocontrol			✓		
Lampu indikator			✓		
Cam starter switch	✓	✓			✓
Steker&Kabel	✓	✓	✓		✓

IV.2 Hasil Analisis FMEA

Proses analisis FMEA, akan mengidentifikasi mengenai kemungkinan kerusakan, penyebab dari kerusakan yang terjadi serta efek yang ditimbulkan pada setiap komponen. Data FMEA ini didapatkan dari hasil wawancara dan dilengkapi melalui studi literature. Berikut merupakan hasil dari analisis FMEA pada komponen mesin pengolah gula semut:

Tabel IV 2 Hasil FMEA

No	Component	No	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s) of Failure
1	Rangka mesin	1.1	Rangka bengkok	Terkena benturan benda keras	Rangka tidak seimbang
		1.2	Rangka patah		Rangka tidak bisa menopang komponen
		1.3	Rangka berkarat	Oksidasi	Rangka mengalami korosi [13]
2	Penutup	2.1	Penutup lepas	Engsel lepas	Proses perajangan tidak terkendali
				Bolt longgar	
		2.2	Berkarat	Oksidasi	Penutup mengalami korosi [14]
3	Pisau	3.1	Pisau tumpul	Sisa gula menempel	Pemotongan tidak sempurna
		3.2	Pisau rompal	Terkena benda keras	Proses terhambat [15]
4	Poros	4.1	Poros terdorong	Bearing bergeser	Proses terhambat
					Pisau menabrak penutup
5	Bearing	5.1	Bearing aus	Kekurangan pelumas	Poros pisau tidak berputar [16]
6	Pulley	6.1	Pulley goyang	Bolt dan mur longgar	Putaran pulley terhambat
7	V-belt	7.1	Belt putus	Belt aus	Transmisi daya terputus
8	Gerbox	8.1	Gear aus	Kurang pelumas	Putaran gear tersendat [17]
9	Garpu Pengaduk	9.1	Garpu lapuk	Terkena banyak air	Garpu menyusut

Tabel IV 3 Hasil FMEA (Lanjutan-1)

No	Component	No	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s) of Failure
10	Wajan	10.1	Lapisan wajan mengelupas	Mencuci wajan berlebihan	Wajan menjadi bocor
11	Kompore	11.1	Tungku tidak keluar api	Tungku kotor	Api tidak keluar [18]
				Pemantik api tidak jalan	
		11.2	Kebocoran gas	Regulator tidak terpasang sempurna pada katup tabung gas	Kebakaran; Ledakan tabung gas [19]
				Katup sudah usang	
				Selang bocor	Kebakaran
12	Saringan	12.1	Tersumbat	Sisa gula menumpuk	Proses terhambat
13	Pengayun	13.1	Pengayun tidak bergerak	Bearing aus	Proses pengayakan tidak berjalan
14	Elektro motor	14.1	Kapasitor rusak	Kualitas Kapasitor	Mesin mati [20]
				Masa pakai sudah habis	
		14.2	Kumparan terbakar	Suhu mesin panas	Mesin mati [20]
				Overload	
		14.3	Lilitan terputus	Overload	Tidak menghasilkan gaya mekanik [21]
		14.4	Fan kotor	Debu yang menumpuk	Suhu mesin panas [22]
		14.5	Bearing aus	Sering menerima beban gesek	Daya putar menjadi tersendat [23]

Tabel IV 4 Hasil FMEA (Lanjutan-2)

No	Component	No	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s) of Failure
15	Motor bensin	15.1	Piston rusak [24]	Crown piston overaging [24]	Pembakaran tidak sempurna
				Skrit mengalami deformasi plastis	Timbul bunyi berlebih Tenaga motor berkurang
		15.2	Ring piston lemah [25]	Kurang pelumas	Tenaga motor berkurang
				Umur pakai sudah usang	Motor berasap
		15.3	Seal clap getas [26]	Umur pakai sudah usang	Motor berasap
		15.4	Busi rusak [27]	Oli bocor	Mesin mati
				Umur pakai sudah usang	Pembakaran tidak sempurna
		15.5	Oli mesin cair dan hitam	Tidak diganti terlalu lama	Komponen dalam mesin cepat aus
		15.6	Volume Oli berkurang	Oli menguap	Mesin panas
				Oli bocor	Overheat; Komponen cepat aus
		15.7	Saringan udara kotor	Banyaknya kotoran yang menempel	Kualitas pembakaran tidak sempurna
16	Bodi oven	16.1	Dinding dalam mengelupas	Panas dari tungku	Dinding oven tipis
17	Rak loyang	17.1	Rak berkarat [13]	Oksidasi	Rak berlubang
		17.2	Rak patah	Beban terlalu berat	Rak tidak dapat menopang loyang

Tabel IV 5 Hasil FMEA (Lanjutan-3)

No	Component	No	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s) of Failure
18	Loyang	18.1	Loyang berlubang	Mencuci wajan berlebihan	Loyang bocor
19	Electric blower	19.1	Blower mengeluarkan suara bising [30]	Stelan blower kendur	Putaran blower tersendat
				Bearing rusak	Tidak bisa menyebarkan panas secara maksimal
					Blower mati
20	Pipa blower	20.1	Pipa berlubang [31]	Korosi	Penyebaran panas tidak maksimal
21	Thermocontrol	21.1	Thermocouple rusak [32]	Hight temperature	Suhu pada oven tidak stabil
22	Lampu indikator	22.1	Lampu menyala terus	Kegagalan sensor	Akuransi panas tidak tepat
		22.2	Lampu indikator mati	Kualitas lampu [33]	Naik/turun suhu tidak terdeteksi
				Kabel putus [34]	
23	Cam starter switch	23.1	Saklar tidak connect	Kabel putus	Cam starter mati
24	Steker&Kabel	24.1	Kabel konslet	Adanya gaya tarik menarik/tolak menolak arus	Kerusakan electric
				Masuknya air	Motor mati

IV.3 Peringkat Komponen Kritis

Pengisian nilai RPN ini dilakukan oleh 3 orang ahli yaitu operator, instalator, dan *engineer*. Kemudian hasil yang didapat dari masing-masing ahli akan dirata-rata kan yang kemudian menjadi 1 nilai RPN untuk setiap komponen pada masing-masing mesin pengolah gula semut. Penentuan *ranking* dari setiap komponen ini bertujuan untuk melihat komponen mana yang paling kritis hingga yang paling minor. Hal ini akan menjadi pertimbangan untuk Pesantren At-taqwa yang nanti mengimplementasikan penelitian ini untuk menentukan prioritas pemeliharaan dari komponen yang paling kritis. Adapun hasil dari perhitungan nilai RPN dan *ranking* komponen adalah sebagai berikut:

Tabel IV 6 Hasil Peringkat Komponen Kritis

Komponen	S	O	D	RPN	RANK
Elektro motor	8	4	7	224	1
Kompor	8	5	5	200	2
Motor bensin	9	4	5	180	3
Electric blower	6	4	6	144	4
Cam starter switch	8	3	6	144	4
Steker&Kabel	8	3	6	144	4
Thermocontrol	8	2	7	112	7
Pisau	8	4	3	96	8
Bearing	8	3	4	96	8
Pulley	7	3	4	84	10
Pengayun	7	3	4	84	10
Gerbox	8	2	5	80	12
Poros	7	3	3	63	13
V-belt	8	3	2	48	14
Saringan	6	4	2	48	14
Lampu indikator	5	2	4	40	16
Garpu	6	3	2	36	17
Wajan	8	2	2	32	18
Penutup	5	3	2	30	19
Pipa blower	6	1	5	30	19
Bodi oven	6	2	2	24	21
Rangka mesin	5	2	2	20	22
Loyang	4	2	2	16	23
Rak loyang	5	1	2	10	24

IV.4 Program Pemeliharaan

Program pemeliharaan pada penelitian ini berisi kegiatan pemeliharaan yang ditentukan berdasarkan Gambar II.1 *Decision Maintenance Strategy* dan tindakan pemeliharaan yang tepat atas kerusakan yang mungkin terjadi pada setiap komponen. Berikut merupakan hasil program pemeliharaannya:

Tabel IV 7 Program Pemeliharaan Komponen

No	Component	No	Maintenance Plan	Recommended Action	Maintenance Time
1	Rangka mesin	1.1	Routine Asset Care	Mengganjal rangka	Kondisional
		1.2		Mengganti bagian yang patah	
		1.3		Mengelap dengan kain basah dan langsung dilap dengan kain kering; Melapisi dengan cat/inhibitor polifosfat	1x Seminggu
2	Penutup	2.1	Routine Asset Care	Memasangkan kembali engsel; Mengganti Engsel	Kondisional
				Mengencangkan bolt dan mur	Harian [35]
		2.2		Mengelap dengan kain basah dan langsung dilap dengan kain kering	
3	Pisau	3.1	Condition Based Maintenance	Mengikis gula yang menempel; Mengelap dengan kain basah dan langsung dilap dengan kain kering	Harian [36]
		3.2		Memeriksa kondisi pisau; Mengasah	
4	Poros	4.1	Condition Based Maintenance	Memposisikan kembali bearing pada rumah bearing	Kondisional
				Memeriksa kesetimbangan poros pada bearing	1x Sebulan [37]
5	Bearing	5.1	Fixed Time Maintenance	Memberikan pelumas berupa grease (gemuk) pada bearing	1x Sebulan [37]
			Replacement Maintenance	Mengganti bearing	8000 jam
6	Pulley	6.1	Condition Based Maintenance	Mengencangkan bolt dan mur	Harian [38]
				Memeriksa kesejajaran antar pulley	1x Sebulan [37]

Tabel IV 8 Program Pemeliharaan Komponen (Lanjutan-1)

No	Component	No	Maintenance Plan	Recommended Action	Maintenance Time
7	V-belt	7.1	Fixed Time Maintenance	Memeriksa ketegangan v-belt	1x Sebulan [37]
			Replacement Maintenance	Mengganti vbelt	35000 jam
8	Gerbox	8.1	Fixed Time Maintenance	Memberikan pelumas berupa grease (gemuk) pada gearbox	1x Seminggu [37]
9	Garpu Pengaduk	9.1	Routine Asset Care	Membersihkan garpu dari dan langsung mengeringkannya	Harian
				Mengganti garpu	Kondisional
10	Wajan	10.1	Routine Asset Care	Mencuci dengan spons	Harian
				Menambal bagian bocor	Kondisional
11	Kompur	11.1	Routine Asset Care	Membersihkan tungku untuk mencegah api tersumbat	1x Seminggu
				Mengganti pemantik api	Kondisional
		11.2	Condition Based Maintenance	Memastikan regulator terpasang dengan sempurna pada katup (valve) tabung	1x Seminggu
				Mengganti katup yang sudah usang	Kondisional
				Mengelap dan memeriksa apabila ada keretakan pada selang	1x Seminggu
12	Saringan	12.1	Routine Asset Care	Membersihkan saringan	Harian

Tabel IV 9 Program Pemeliharaan Komponen (Lanjutan-2)

No	Component	No	Maintenance Plan	Recommended Action	Maintenance Time
13	Pengayun	13.1	Fixed Time Maintenance	Memberikan pelumas berupa grease (gemuk) pada bearing	1x Sebulan
			Replacement Maintenance	Mengganti bearing	8000 jam
14	Elektro motor	14.1	Replacement Maintenance	Mengganti kapasitor	Kondisional
		14.2	Run to Failure	Mengganti kumparan	Kondisional
		14.3	Replacement Maintenance	Melilitkan kembali; Mengganti Mesin	Kondisional
		14.4	Routine Asset Care	Membersihkan fan	1x Sebulan [37]
		14.5	Fixed Time Maintenance	Melumasi bearing	1x Sebulan [37]
			Replacement Maintenance	Mengganti bearing	12000 jam
15	Motor bensin	15.1	Run to Failure	Mengganti piston	Kondisional
		15.2	Replacement Maintenance	Mengganti ring piston	24.000 km
				Mengganti oli	1x /6 Bulan
		15.3	Replacement Maintenance	Mengganti seal clap	1x /5 Tahun
		15.4	Condition Based Maintenance	Memeriksa kondisi busi; Memasang ulang busi dengan jarak yang tepat;	1x /3 Bulan
				Mengganti busi	1x Setahun

Tabel IV 10 Program Pemeliharaan Komponen (Lanjutan-3)

No	Component	No	Maintenance Plan	Recommended Action	Maintenance Time
15	Motor Bensin	15.5	Fixed Time Maintenance	Memeriksa kondisi oli	Harian [38]
				Mengganti oli	Bulan pertama
		15.6	Fixed Time Maintenance	Memeriksa oli menggunakan deep stick	Harian [38]
				Menambahkan oli	Kondisional
		15.7	Fixed Time Maintenance	Memeriksa kondisi saringan	Harian [38]
				Membersihkan saringan	1x /3 Bulan
16	Bodi oven	16.1	Routine Asset Care	Membersihkan bodi oven; Memeriksa kondisi oven	1x Seminggu
				Menambal bagian oven yang tipis	Kondisional
17	Rak loyang	17.1	Routine Asset Care	Mengelap dengan kain basah dan langsung dilap dengan kain kering	1x Seminggu
		17.2		Mengganti bagian yang patah	Kondisional
18	Loyang	18.1	Routine Asset Care	Mencuci dengan spons; Mengganti bagian yang bolong	Harian

Tabel IV 11 Program Pemeliharaan Komponen (Lanjutan-4)

No	Component	No	Maintenance Plan	Recommended Action	Maintenance Time
19	Electric blower	19.1	Condition Based Maintenance	Memeriksa kekencangan stelan blower	1x Sebulan
			Fixed Time Maintenance	Memberikan pelumas berupa grease (gemuk) pada bearing	1x Sebulan
			Replacement Maintenance	Mengganti bearing	20000jam
20	Pipa blower	20.1	Condition Based Maintenance	Menambal bagian yang bocor	Kondisional
21	Thermocontrol	21.1	Run to Failure	Mengganti thermocontrol/thermocouple	Kondisional
22	Lampu indikator	22.1	Run to Failure	Mengganti lampu indikator	Kondisional
		22.2			
23	Cam starter switch	23.1	Run to Failure	Mengganti cam	Kondisional
24	Steker&Kabel	24.1	Routine Asset Care	Melepaskan steker dari stop kontak setelah pemakaian	Harian
				Mengganti kabel/steker	Kondisional

V. Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Urutan prioritas pemeliharaan komponen mesin pengolah gula semut secara berurutan yaitu elektro motor, kompor, motor bensin, electric blower, cam starter switch, steker & kabel, thermocontrol, pisau, bearing, pulley, pengayun, gearbox, poros, v-belt, saringan, lampu indikator, garpu, wajan, penutup, pipa blower, bodi oven, rangka mesin, loyang, rak loyang.
2. Program pemeliharaan yang dihasilkan terdiri dari kegiatan pemeliharaan serta tindakan pemeliharaan yang dikelompokkan menjadi 5 kegiatan yaitu sebagai berikut:
 - a. Fixed Time Maintenance pada komponen bearing, v-belt, gearbox, elektro motor pada bagian bearing, motor bensin pada bagian oli, fuel pump serta karburator, dan electric blower pada bagian bearing.
 - b. Condition Based Maintenance pada komponen pisau, poros, pulley, garpu, kompor pada bagian regulatorm katup serta selang, elektro motor pada bagian lilitan, motor bensin pada bagian busi, electric blower pada bagian setelan blower, dan pipa blower.
 - c. Routine Asset Care pada komponen rangka mesin, penutup, wajan, kompor pada bagian tungku api, saringan, elektro motor pada bagian fan, bodi oven, rak loyang, dan loyang.
 - d. Run-to-Failure pada komponen elektro motor bagian kumparan, motor bensin bagian piston, thermocontrol, cam starter switch, dan lampu indikator.
 - e. Replacement Maintenance pada komponen elektro motor bagian kapasitor, motor bensin bagian ring piston serta seal clap.

Sedangkan untuk hasil interval waktu pemeliharaan dikelompokkan berdasarkan waktu, yaitu harian, mingguan, bulanan, tahunan dan kondisional..

Referensi

- [1] Open Data Jabar, "Rata-Rata Produksi Tanaman Tahunan Perkebunan Rakyat Komoditi Jarak Berdasarkan Kabupaten/Kota di Jawa Barat." <https://opendata.jabarprov.go.id/id/dataset/rata-rata-produksi-tanaman-tahunan-perkebunan-rakyat-komoditi-jarak-berdasarkan-kabupatenkota-di-jawa-barat> (accessed Sep. 07, 2021).
- [2] A. A. Albajuri, "Implementasi Program Sosial Bank Indonesia (PSBI) dalam Pengembangan Kemandirian Ekonomi Pesantren Mahasiswa: Studi Kasus di Ma'had Al-Jami'ah UIN Sultan Thaha Syaifuddin Jambi," 2019.
- [3] H. Prawahandaru, "Perancangan Jadwal Pemeliharaan Mesin Produksi Gula untuk Mempertahankan Keandalan Mesin dengan Metode Reliability-Centered Maintenance (RCM) (Studi Kasus: PT. Madu Baru)," Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.
- [4] F. Afsharnia, A. Marzban, M. Asoodar, and A. Abdeslahi, "Preventive maintenance optimization of sugarcane harvester machine based on FT-Bayesian network reliability," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, 2020, doi: 10.1108/IJQRM-01-2020-0015.
- [5] M. Nasution, A. Bakhori, and W. Novarika, "Manfaat Perlunya Manajemen Perawatan Untuk Bengkel Maupun Industri," vol. 3814, pp. 248–252, 2021.
- [6] Sulaeman, "Perbaikan Penurunan Daya Mampu Dan Pemeliharaan Mesin Diesel Kapasitas 1000 Kw Di PLTD Koto lolo," vol. 5, no. 2, pp. 97–101, 2015.
- [7] D. Onawoga and O. O. Akinyemi, "Development of Equipment Maintenance Strategy for Critical Equipment," *Pacific J. Sci. Technol.*, 2010, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/280804155_Development_of_Equipment_Maintenance_Strategy_for_Critical_Equipment.
- [8] B. Yssaad, M. Khiaat, and A. Chaker, "Reliability centered maintenance optimization for power distribution systems," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 55, no. February, pp. 108–115, Feb. 2014, doi: 10.1016/j.ijepes.2013.08.025.
- [9] B. S. Dhillon, *Engineering maintenance: A modern approach*. 2002.
- [10] A. Ardian, "Perawatan dan Perbaikan Mesin," *Kementrian Pendidik. Nas. Univ. Yogyakarta Tek. Mesin*, 2010.

- [11] H. Schneider and D. H. Stamatis, *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*, vol. 38, no. 1. 1996.
- [12] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, "Machine Design," no. I, 2005, p. 14.
- [13] Z. B. Caniago, "Kecepatan Korosi Oleh 3 Bahan Oksidan Pada Plat Besi," *J. Gradien*, vol. 2, no. 2, pp. 161–166, 2006.
- [14] R. Suratman, "Karakteristik Korosi Aluminium dan Baja Tahan Karat," *Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology*, vol. II. pp. 27–38, 2001.
- [15] S. R. Said, "Performa Elektroda Las Bohler SSMO2 untuk Perbaikan Pisau Potong pada Gunting Plat," in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Mesin FT UNY*, 2012, pp. 350–358.
- [16] H. Munawir and D. Yunanto, "Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Sizing Baba Sangyo Kikai Dengan Metode Fmea Dan Lta (Studi Kasus Di Pt Primatexco Indonesia)," *Semin. Nas. IENACO*, pp. 296–302, 2014.
- [17] T. K. Setiawan, "Analisis Kerusakan Gearbox Pada Overhead Crane 10 Ton Di PT. INKA (Persero) Madiun Dengan Metode Oil Used Analysis," 2016, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/41421/>.
- [18] K. D. Artika, "Sosialisasi Penggunaan, Perawatan, dan Perbaikan Kompor Gas Secara Tepat dan Aman Di Desa Handil Babirik Kecamatan Bumi Makmur Kab.Tanah Laut," in *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Tanah Laut 2016*, 2016, no. 5, pp. 1–6.
- [19] K. Akbar Ardianysyah, "Bahaya Kesehatan dan Keselamatan Kerja Penggunaan Kompor Gas Dua Tungku Pada Industri Berskala Kecil Menggunakan Metode FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) Article history : Accepted 25 September 2020 Address : Available online 25 Oktober 2020 Ema," vol. 3, no. 4, pp. 354–361, 2020.
- [20] E. Emidiana, "Pengaruh Kapasitas Kapasitor Pada Kumparan Bantu Terhadap Pemanasan Motor Induksi Satu Fasa," *J. Ampere*, vol. 2, no. 2, p. 81, 2017, doi: 10.31851/ampere.v2i2.1771.
- [21] A. Kristianto, "Perencanaan Lilitan Motor Induksi 3 Fasa 220/380 V," Universitas Negeri Yogyakarta, 2016.
- [22] Robinson, Zulnasri, Effendi, and W. S. Sihotang, "Analisis Kerusakan Deck Crane Pada Saat Proses Bongkar Muat di Kapal MV. Ch Bella," *Pros. Semin. Pelayaran dan Teknol. Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 123–129, 2020, doi: 10.36101/pcsa.v2i1.133.
- [23] L. Frosini, E. Bassi, and C. Gazzaniga, "Effect of the bearings faults on the efficiency of the induction motors," *IECON Proc. (Industrial Electron. Conf.)*, pp. 1167–1172, 2008, doi: 10.1109/IECON.2008.4758119.
- [24] S. Nugroho and Azis Purwanto, "Analisis Kegagalan Piston Sepeda Motor Bensin 110 cc," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*, 2011, pp. 118–123.
- [25] K. Sulistiyana, Z. Arifin, and D. D. Susilo, "Deteksi Kerusakan Ring Piston Pada Mesin Empat Langkah Melalui Pengukuran Sinyal Getaran," *Mek. Maj. Ilm. Mek.*, vol. 12, no. September, pp. 23–27, 2013.
- [26] B. A. Setyawan *et al.*, "Mempertahankan Kondisi Awal Power Motor 4 T pada Bengkel Prapto Motor Service Jakarta Timur," *IKRA-ITH ABDIMAS*, vol. 3, no. 2, pp. 7–13, 2020.
- [27] T. Ginting, "Pengaruh Jarak Celah Busi Terhadap Daya Mesin Kijang Innova Bensin," *J. Tek. Inform. Kaputama*, vol. 3, no. 1, pp. 42–50, 2019.
- [28] A. Mujiatmiko and D. Wulandari, "Pengaruh Running Fuel Pump dengan Menggunakan Thiner saat Service Berkala 30.000km pada Taksi Toyota New Limo terhadap Usia Pemakaian dan Emisi dan Dihasilkan," *J. Tek. Mesin UNESA*, vol. 02, pp. 186–195, 2014.
- [29] N. Y. Putri, "Rancang Bangun Alat Ukur Getaran Mesin Sepeda Motor Menggunakan Sensor Serat Optik," *J. Fis. Unand*, vol. 6, no. 3, pp. 270–276, 2017.
- [30] O. B. P. Saputra, "Analisis Pengaruh Kerusakan Auxiliary Blower Terhadap Kinerja Main Engine Di Kapal Mt. Palu Sipat," *Progr. Stud. Tek. Diploma Iv Politek. Ilmu Pelayaran Semarang*, 2020.
- [31] A. Wagiman and G. Gundara, "Study Kegagalan Akibat Korosi Pada Pipa Economizer," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 209–217, 2017, doi: 10.24127/trb.v6i2.625.
- [32] R. T. Sulistiyono, A. I. Juniani, and I. Setiyana, "Implementation of RCM II (Reliability Centered Maintenance) and RPN (Risk Priority Number) in Risk Assessment and Scheduling Maintenance Task at HPB (High Pressure Boiler) Base On JSA (Job Safety Analysis) (Case study at PT. SMART Tbk.

- Surabaya),” *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 46–59, 2008.
- [33] A. S. Latif, “Evaluasi Sistem Deteksi Kebakaran Di Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (Iebe),” *Hasil-Hasil Penelit. EBN Tahun 2016*, vol. 2, no. 1, pp. 222–230, 2016.
- [34] E. Lestari and E. Uly Artha, “Khazanah Informatika Shafer Untuk Diagnosis Gangguan Layanan Indihome di PT Telkom,” *Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 16–24, 2017.
- [35] A. Efendi and R. Suhartono, “Pemeliharaan Mesin Disc Mill Sentra Peternakan Rakyat (Spr) Cinagarbogo,” *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 1, p. 44, 2019, doi: 10.24853/sintek.13.1.44-50.
- [36] Y. Effendi and Agus Danang Setiawan, “Rancang Bangun Mesin Perajang Singkong Industri Rumahan Berdaya Rendah,” *J. Tek. Univ. Muhammadiyah Tangerang*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [37] I. P. Erizal, Y. Yetri, and N. Nusyirwan, “Perencanaan Perawatan Mesin Pengupas Kulit Pinang,” *J. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 11–15, 2019, doi: 10.30630/jtm.11.1.173.
- [38] A. Efendi and R. Suhartono, “Perbaikan Dan Pemeliharaan Mesin Disc Mill Bongkol Jagung,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 13, no. 3, p. 97, 2018, doi: 10.32497/rm.v13i3.1281.