

Perencanaan Sistem Pemeliharaan Mesin Screw Press Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Studi Kasus pada PMKS)

Aulia Ishak*, Rahmi M Sari, Geubrina Hikmah Sabri

Universitas Sumatera Utara; email: aulia.ishak@usu.ac.id, geubrinahs@gmail.com

* Corresponding author

Abstrak

Pabrik minyak kelapa sawit merupakan perusahaan yang bergerak di bidang usaha pengolahan kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit dengan kapasitas 30 ton/jam dan berlokasi di provinsi Aceh. Pabrik tersebut memiliki 3 buah mesin screw press yang memiliki tingkat kegagalan tertinggi di lantai produksi pabrik dengan usia pemakaian selama 26 tahun untuk mesin II dan III. Sistem perawatan yang berjalan pada perusahaan adalah perawatan secara korektif. Maka dilakukan penelitian menggunakan metode Reliability Centered Maintenance untuk mengidentifikasi data kerusakan dan perbaikan, penyebab serta pola kegagalan mesin screw press sehingga dapat dibuat sistem pemeliharaan yang efektif dan efisien. Hasil dari penelitian ini adalah jadwal interval perawatan komponen berdasarkan nilai MTTF, hasil FMEA komponen mesin dengan nilai RPN tertinggi yaitu komponen worm screw dengan nilai 288. Hasil Logic Tree Analysis yaitu mode kerusakan komponen mesin yang dikelompokkan menjadi kategori outage problem sebesar 57,16%, economic problem sebesar 14,28%, dan hidden failure sebesar 28,56%. Hasil pemilihan tindakan perawatan yaitu time directed dengan persentase sebesar 28,57%, condition directed sebesar 57,14%, dan failure finding sebesar 14,29%. Serta biaya perawatan menggunakan metode RCM berkurang dari Rp. 611.890.000 menggunakan metode corrective maintenance menjadi Rp 493.980.010 menggunakan metode RCM dengan selisih sebesar Rp. 117.909.990 yaitu penurunan biaya perawatan sebesar 19,26%.

Kata Kunci: Mesin Screw Press, Reliability Centered Maintenance, Corrective Maintenance

Abstract

[Screw Press Maintenance System Planning Using Reliability Centered Maintenance] Palm oil mill is a company engaged in the business of processing palm oil into palm oil with a capacity of 30 tons / hour and located in Aceh province. The plant has 3 screw press machines that have the highest failure rate on the factory production floor with a service life of 26 years for engines II and III. The treatment system that runs on the company is corrective care. So research was carried out using the Reliability Centered Maintenance method to identify damage and repair data, causes and patterns of failure of screw press machines so that an effective and efficient maintenance system could be made. The result of this study is a component maintenance interval schedule based on MTTF values, FMEA results of engine components with the highest RPN value, namely worm screw components with a value of 288. The results of Logic Tree Analysis are the mode of damage to machine components which are grouped into outage problem categories by 57.16%, economic problems by 14.28%, and hidden failure by 28.56%. The results of the selection of treatment actions were time directed with a percentage of 28.57%, condition directed by 57.14%, and failure finding by 14.29%. And the cost of maintenance using the RCM method was reduced from Rp. 611,890,000 using the corrective maintenance method to Rp. 493,980,010 using the RCM method with a difference of Rp. 117,909,990, which is a decrease in maintenance costs by 19.26%.

Keywords: Screw Press Machine, Reliability Centered Maintenance, Corrective Maintenance

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: Quality & Reliability Engineering

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Ishak, A., dan Sabri, G.H. (2023). Perencanaan Sistem Pemeliharaan Mesin *Screw Press* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (Studi Kasus pada PMKS). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 324-334.

1. Pendahuluan

Tingkat produktivitas mempunyai peranan yang penting dalam menentukan kualitas suatu perusahaan. Produktivitas merupakan perbandingan dari hasil yang didapatkan dengan sumber daya yang digunakan, produktivitas yang dikatakan baik adalah apabila hasil (output) yang didapatkan lebih besar daripada sumber daya (input) yang digunakan. Peningkatan produktivitas tidak hanya bergantung pada seberapa banyak hasil yang didapatkan atau banyaknya sumber daya yang digunakan, produktivitas berfokus pada pengelolaan sumber daya yang minimal untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Salah satu sumber daya yang penting dalam mendukung jalannya proses produksi adalah peralatan atau mesin produksi (Pradita, 2022).

Kualitas mesin produksi dapat mempengaruhi jalannya proses produksi dan mempengaruhi tingkat produktivitas perusahaan. Menurunnya kualitas mesin yang terjadi akibat tidak tepatnya atau tidak teraturnya tindakan perawatan mesin yang diambil dapat mengakibatkan tingkat produktivitas menurun, tingginya biaya perbaikan, tidak tercapainya target produksi, rendahnya kualitas produk yang dihasilkan, serta mengakibatkan hilangnya waktu produksi (Florea, 2022). Salah satu cara agar kualitas mesin produksi dapat terjaga adalah dengan melakukan perawatan mesin secara berkala (Patil, 2022).

Perawatan dan perbaikan mesin merupakan kegiatan yang memiliki peranan penting dalam mendukung kegiatan produksi dalam suatu industri (Shin, 2022). Perawatan dan perbaikan mesin yang tidak teratur akan memberikan dampak negatif bagi perusahaan antara lain adalah tidak tercapainya target produksi, hilangnya waktu produksi, tingginya biaya perbaikan, serta mengakibatkan turunnya tingkat produktivitas. Mesin yang dirawat dengan baik dapat memperpanjang umur mesin dan mampu mencegah kerusakan yang akan menimbulkan kerugian (Priyanta, 2017).

Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang usaha perkebunan dan pengolahan kelapa sawit menjadi Crude Palm Oil (CPO) dan inti sawit dengan kapasitas produksi 30 ton/jam. Dalam melakukan proses pengolahan minyak kelapa sawit, perusahaan ini memiliki tujuh stasiun kerja yaitu stasiun penerimaan, stasiun perebusan, stasiun bantingan, stasiun pengadukan, stasiun pengempaan, stasiun pemurnian minyak, dan stasiun pengolahan inti sawit. Stasiun yang diamati pada penelitian ini adalah stasiun pengempaan, karena berdasarkan pernyataan pihak perusahaan mesin yang paling sering mengalami kerusakan adalah mesin screw press.

Pada lantai produksi, PMKS ini memiliki 3 buah mesin screw press yang telah beroperasi sejak tahun 1997 atau selama 26 tahun kecuali mesin screw press 1 yang diganti pada tahun 2021. Umumnya, mesin screw press memiliki umur ekonomis selama kurang lebih 15 tahun. Umur penggunaan mesin tentunya dapat mempengaruhi kualitas output yang dihasilkan serta frekuensi kerusakan mesin. Lamanya umur mesin dapat dipengaruhi oleh sistem pemeliharaan, kualitas suku cadang, serta metode pemakaian mesin. Berdasarkan hasil

observasi di lapangan, kerusakan yang sering terjadi disebabkan oleh penggunaan yang belum sesuai dengan SOP yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Sistem perawatan yang berjalan pada perusahaan adalah *corrective maintenance* dimana perbaikan mesin dilakukan saat mesin rusak sehingga dapat menyebabkan biaya perbaikan meningkat dan hilangnya waktu produksi (Padhil, 2022).

Maka dari itu, perlu dilakukan *preventive maintenance* untuk penggantian komponen sehingga dapat mengurangi tingkat kegagalan mesin saat proses produksi berlangsung dan dapat memperpanjang umur pemakaian komponen maupun mesin. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi data kerusakan dan perbaikan, penyebab, serta pola kerusakan mesin screw press sehingga dapat dibuat sistem pemeliharaan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan dapat memperpanjang umur penggunaan mesin, mencegah terjadinya kerusakan mesin secara tiba-tiba, serta menurunkan biaya perbaikan (Ibrahim, 2019).

RCM merupakan sebuah proses teknik logika untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan dengan kondisi pengoperasian yang spesifik pada sebuah lingkungan pengoperasian yang khusus (Sajaradj, 2019). Keandalan (*reliability*) adalah suatu hal pokok dalam pengukuran keandalan suatu alat atau komponen suatu alat, baik dalam sistem produksi maupun dalam sistem pelayanan. Reliabilitas mesin produksi yang tinggi dapat membantu kelancaran produksi (Zaman, 2020).

Penelitian sebelumnya mengenai pemeliharaan mesin menggunakan metode RCM antara lain Patil, et. al. dalam penelitiannya penulis mengembangkan model RCM pada sistem boiler yang digunakan perusahaan sehingga dapat memberikan dampak pada keselamatan, produksi, kualitas, dan biaya pemeliharaan. Menurut penelitian tersebut, penerapan teknik RCM secara efektif akan meningkatkan keandalan dan ketersediaan sistem pada mesin serta menghemat biaya pemeliharaan.

Adapun tujuan dan kontribusi dari penelitian ini adalah untuk merencanakan sistem pemeliharaan mesin dengan kemungkinan breakdown yang kecil menggunakan sistem *preventive maintenance*, menentukan interval waktu perawatan dan tindakan pemeliharaan komponen mesin yang lebih baik dengan sistem *preventive maintenance*, dan menentukan estimasi biaya perbaikan mesin yang efisien dengan sistem *preventive maintenance*.

2. Metode

Penelitian ini diawali dengan pendekatan secara kualitatif, yaitu berusaha mendapatkan pemahaman terhadap fenomena yang terjadi dengan melakukan observasi terhadap objek yang diteliti. Jenis penelitian ini merupakan penelitian tindakan (*action research*), dimana penelitian dilakukan untuk mendapatkan temuan-temuan praktis seperti sistem pemeliharaan dalam mengambil keputusan operasional dengan melakukan penyelidikan operasional (*operations research*) [10].

Pengambilan data yang berkaitan dengan pemeliharaan mesin *screw press* berasal dari perusahaan bagian *quality control*, bagian produksi, bagian perawatan, operator mesin, dan *mill manager*.

1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Data primer berupa uraian proses produksi serta sistem perawatan dan perbaikan mesin aktual didapatkan dari hasil observasi langsung ke lantai produksi perusahaan.

- b. Data sekunder dari penelitian ini berupa waktu kerusakan dan penggantian komponen, fungsi mesin dan komponen mesin, spesifikasi mesin yang digunakan, penyebab kerusakan mesin, dan biaya pemeliharaan didapatkan dari data historis yang telah tersedia serta melalui wawancara yang dilakukan terhadap operator maupun staf perusahaan.

2. Pengolahan Data

Proses pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan sistem dan fungsi
Dilakukan pemilihan sistem agar cakupan penelitian tidak terlalu luas yang ditentukan berdasarkan pengaruh sistem tersebut terhadap sistem yang lain.
- b. Definisi batasan sistem
Kemudian ditetapkan batasan sistem yang bertujuan agar ruang lingkup sistem yang dikaji diketahui secara jelas agar tidak terjadi penyimpangan pada sistem.
- c. Deskripsi sistem dan *Function Block Diagram*
Sistem kemudian dideskripsikan secara rinci dan diuraikan prosesnya secara mendetail.
- d. Deskripsi fungsi sistem dan kegagalan fungsi
Tahap ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem tersebut berjalan sesuai dengan harapan. Penentuan fungsi bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan peralatan dalam melakukan pekerjaannya. Sedangkan kegagalan fungsi adalah ketidakmampuan suatu peralatan dalam memenuhi fungsinya.
- e. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)
Mengidentifikasi sumber-sumber penyebab masalah yang dihadapi dan dilakukan perhitungan nilai risk priority number dengan rumus sebagai berikut [11].
$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$
- f. *Logic Tree Analysis* (LTA)
Selanjutnya disusun klasifikasi mode kerusakan dengan memberikan prioritas dan melakukan evaluasi. Pada LTA, kerusakan komponen dibagi menjadi empat kategori yaitu kategori A (*Safety*), kategori B (*Outage*), kategori C (*Economic*), dan kategori D (*Hidden Failure*) [12].
- g. *Task Selection*
Tahap ini akan menghasilkan penentuan tindakan yang paling efisien untuk setiap mode kegagalan. Pemilihan tindakan dibagi menjadi tiga bagian yaitu *condition directed* (CD), *time directed* (TD), dan *finding failure* (FF) [13].
- h. Penentuan pola distribusi data
Setelah itu, dilakukan penentuan pola distribusi data dengan melakukan perhitungan nilai correlation coefficient.

Identifikasi pola distribusi awal dilakukan dengan menggunakan metode *least square* (kuadrat terkecil) dengan rumus perhitungan sebagai berikut.

- 1) Nilai Tengah Kerusakan (*Median Rank*)

$$F(t) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana,
i = data waktu ke-t
n = jumlah kerusakan

2) Index of Fit

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]}} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} S_{yy}}} \dots\dots\dots(2)$$

Perhitungan identifikasi terhadap distribusi awal untuk masing-masing jenis distribusi dapat diuraikan menggunakan ketentuan masing-masing..

i. Penentuan parameter

Dilakukan penentuan parameter yang sesuai dengan pola distribusi yang kemudian akan digunakan untuk menentukan nilai MTTF [14]. Estimasi parameter distribusi dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimeter* (MLE).

j. Perhitungan biaya perawatan

Tahap terakhir adalah menghitung biaya perawatan setelah mendapatkan hasil dari tahap-tahap sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk melihat perbandingan sistem perawatan sebelumnya dengan sistem perawatan terbaru [15].

$$C_f = \text{harga komponen} + (\text{MTTR} \times \text{Gaji TK}) + (\text{kapasitas produksi} \times \text{MTTR} \times \text{production loss}) \dots\dots\dots(3)$$

$$C_p = \text{harga komponen} + (T \times \text{Gaji TK}) + (\text{kapasitas produksi} \times T \times \text{production loss}) \dots\dots\dots(4)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data interval kerusakan mesin pada setiap stasiun kerja selama periode Juni 2022 sampai Mei 2023.

Tabel 1. Data Interval Kerusakan Komponen Mesin *Screw Press*

No	Interval Kerusakan Komponen (Hari)						
	<i>Cylinder Press</i> <i>Cage</i>	<i>Worm</i> <i>Screw</i>	<i>Oil</i> <i>Seal</i>	<i>Bearin</i> <i>g</i>	<i>Couplin</i> <i>g</i>	<i>Gea</i> <i>r</i>	<i>Drive</i> <i>Shaft</i>
Mesin Screw Press I							
1.	57	93	53	28	43	114	29
2.	88	79	67	33	46	91	30
3.	76	58	41	34	51	88	27
4.	63	81	55	37	54	94	77
5.		55	63	35	38		
6.				42	59		
7.				40			
8.				45			
9.				30			
10.				32			
Mesin Screw Press II							
1.	89	83	41	27	80	95	66
2.	41	72	37	33	56	87	54
3.	66	46	45	57	47	51	57
4.	75	37	51	41	71	53	77
5.	46	34	34	61			
6.	43		44	31			
7.	55		32	25			
8.				40			
Mesin Screw Press III							
1.	67	89	81	47	93	67	98
2.	59	78	75	44	76	58	74
3.	40	91	57	23	84	63	70

4.	53	85	28	21	77	61	88
5.	58	71	36	31	71		
6.	71	83	33	52			
7.	69		59	29			
8.	46			23			
9.				27			
10.				30			
11.				19			
12.				17			

3.2. Reliability Centered Maintenance (RCM)

Tahapan yang dilakukan pada metode RCM dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Pemilihan Sistem

Sistem yang dipilih adalah stasiun pengadukan dan pengempaan. Terpilihnya stasiun tersebut disebabkan tingginya tingkat kerusakan mesin pada stasiun yang dapat mempengaruhi tidak hanya produktivitas pabrik tetapi juga kualitas produk yang dihasilkan.

Tabel 2. Frekuensi Kerusakan Mesin Juni 2022-Mei 2023

Tahun	Mesin					
	<i>Sterilize</i> <i>r</i>	<i>Threshe</i> <i>r</i>	<i>Digeste</i> <i>r</i>	<i>Screw</i> <i>Press</i>	<i>Clarificatio</i> <i>n</i>	<i>Boile</i> <i>r</i>
2022	5	3	8	17	3	6
2023	4	5	5	8	1	5
Total	9	8	13	25	4	11

2. Definisi Batasan Sistem

Sub sistem yang dipilih adalah mesin *screw press* yang berada pada stasiun pengadukan dan pengempaan.

3. Deskripsi Sistem dan *Function Block Diagram*

Proses pengepresan bertujuan untuk memisahkan minyak kasar dari *mesocarp* buah yang telah dilumatkan kemudian dikeluarkan melalui lubang kecil pada *press cake*.

4. Deskripsi Fungsi dan Kegagalan Fungsi

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dikaji berfungsi sesuai dengan harapan atau tidak.

Tabel 3. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi Mesin *Screw Press*

No. Fungsi	No. Kerusakan Fungsi	Uraian Fungsi/Kegagalan Fungsi
1.1.	1.1.1.	Memisahkan minyak kasar dari buah kelapa sawit yang telah dilumatkan dengan proses pengepresan.
	1.1.2.	Tidak dapat menyaring minyak kasar secara optimal.
	1.1.3.	Tidak dapat mengekstraksi minyak dari buah kelapa sawit dengan optimal.
	1.1.4.	Terjadi kebocoran pelumas.
	1.1.5.	Poros tidak stabil sehingga tidak mampu menahan dan menumpu putaran secara normal.
	1.1.6.	Tidak dapat mentransmisikan daya, poros kopling tidak bergerak.
	1.1.7.	Tidak dapat mengendalikan gerakan dan kecepatan perputaran.
	1.1.8.	Tidak dapat menggerakkan roda dengan optimal.

5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA merupakan sebuah prosedur terstruktur yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mencegah kegagalan. FMEA pada metode ini digunakan untuk memprediksi komponen mesin yang kritis. Penentuan komponen kritis dilakukan dengan

menggunakan *Risk Priority Number* (RPN), yaitu hasil perhitungan matematis dari beberapa faktor yang diberi nilai dan ditentukan oleh manajer bagian *maintenance* PMKS melalui wawancara yang telah dilakukan.

Tabel 4. FMEA Mesin *Screw Press*

No.	Komponen	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect	S	O	D	N	RP
1.	<i>Cylinder Press Cage</i>	<i>Press</i> rusak/robek	<i>Cage</i> sudah aus dan posisi yang tidak tepat	Penyaringan minyak tidak optimal	7	6	4		168
2.	<i>Worm Screw</i>	Terjadi keausan	Terlalu banyak gesekan dan masuknya material asing	Tidak dapat mengekstraksi minyak dengan optimal (<i>oil losses</i> tinggi)	8	6	6		288
3.	<i>Oil Seal</i>	Kebocoran oli	Pelumasan tidak sempurna	Mesin tidak beroperasi dengan baik, dapat menyebabkan komponen lain rusak.	5	7	4		140
4.	<i>Bearing</i>	Aus	Pemasangan tidak <i>alignment</i>	Mesin tidak dapat beroperasi.	5	7	5		175
5.	<i>Coupling</i>	<i>Coupling</i> pecah/retak	Posisi pemasangan tidak tepat dan terjadi korosi	Mesin berhenti dan umur pakai berkurang	7	3	4		84
6.	<i>Gear</i>	<i>Gear</i> patah	Kurang pelumas	Mesin berhenti	7	2	4		56
7.	<i>Drive Shaft</i>	Aus dan retak	Kurang pelumas	Mesin berhenti	6	3	5		90

Penilaian FMEA yang dilakukan menghasilkan nilai RPN tertinggi untuk komponen *worm screw* yang sebesar 288. Nilai RPN tersebut mengidentifikasi urutan tingkat kekritisan dari suatu komponen. Sehingga operator bagian produksi harus lebih berfokus terhadap perawatan dan persediaan komponen mesin yang memiliki nilai RPN yang paling tinggi kemudian diikuti nilai RPN yang lebih rendah.

6. *Logic Tree Analysis* (LTA)

LTA bertujuan untuk melakukan tinjauan terhadap kegagalan fungsi dan memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan sehingga status mode kerusakan tidak sama. Pemberian prioritas pada mode kerusakan dapat ditentukan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada LTA.

Tabel 5. Hasil LTA Mesin *Screw Press*

No	Komponen	Failure Mode	Eviden <i>t</i>	Safet <i>y</i>	Outag <i>e</i>	Categor <i>y</i>
1.	<i>Cylinder Press Cage</i>	<i>Press Cage</i> rusak/robek	Y	N	Y	B
2.	<i>Worm Screw</i>	Terjadi keausan	Y	N	Y	B
3.	<i>Oil Seal</i>	Kebocoran oli	N	N	N	D/C
4.	<i>Bearing</i>	Aus	Y	N	N	C
5.	<i>Coupling</i>	<i>Coupling</i> pecah/retak	Y	N	Y	B
6.	<i>Gear</i>	<i>Gear</i> patah	Y	N	Y	B
7.	<i>Drive Shaft</i>	Aus dan retak	N	N	Y	D/B

7. *Task Selection*

Tindakan dipilih berdasarkan dengan jawaban dari pertanyaan penuntun (*selection guide*) yang disesuaikan dengan *road map* dari pemilihan tindakan.

Tabel 6 Pemilihan Tindakan Perawatan Mesin *Screw Press*

No.	Komponen	Failure Mode	Selection Guide							Selection Task
			1	2	3	4	5	6	7	
1.	<i>Cylinder Press Cage</i>	<i>Press Cage</i> rusak/robek	Y	N	Y	N	N	Y	CD	
2.	<i>Worm Screw</i>	Terjadi keausan	Y	N	Y	N	N	Y	CD	
3.	<i>Oil Seal</i>	Kebocoran oli	N	N	N	Y	Y		FF	
4.	<i>Bearing</i>	Aus	Y	Y	N	N	N	Y	TD	
5.	<i>Coupling</i>	<i>Coupling</i> pecah/retak	N	N	Y	N	N	Y	CD	
6.	<i>Gear</i>	<i>Gear</i> patah	Y	N	Y	N	N	Y	CD	
7.	<i>Drive Shaft</i>	Aus dan retak	Y	Y	N	N	N	Y	TD	

3.3. Penentuan Pola Distribusi Data

Dilakukan perhitungan untuk mendapatkan pola distribusi kerusakan komponen mesin *screw press* dengan metode *least square* serta perhitungan *index of fit* dengan pendekatan *linear regression* pada distribusi normal, lognormal, exponential, dan Weibull. Setelah dipilih distribusi tertentu melalui nilai *index of fit* terbesar, dilakukan *goodness of fit test* menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* dengan selang kepercayaan 95% sehingga $\alpha = 0,05$.

Maka dapat diuraikan rekapitulasi hasil perhitungan nilai *correlation corefficient* dan pola distribusi untuk komponen dari ketiga mesin *screw press* tersebut

Tabel 7. Hasil Penentuan Pola Distribusi Data

Mesin	Komponen	Distribusi				Terpilih
		Normal	Lognormal	Eksponensial	Weibull	
Screw Press I	<i>Cylinder Press Cage</i>	0,986	0,990	-	0,976	Lognormal
	<i>Worm Screw</i>	0,960	0,954	-	0,951	Normal
	<i>Oil Seal</i>	0,978	0,965	-	0,984	Weibull
	<i>Bearing</i>	0,989	0,995	-	0,973	Lognormal
	<i>Coupling</i>	0,998	0,996	-	0,995	Normal
	<i>Gear</i>	0,896	0,907	-	0,859	Lognormal
	<i>Drive Shaft</i>	0,815	0,836	-	0,777	Lognormal
Screw Press II	<i>Cylinder Press Cage</i>	0,965	0,976	-	0,943	Lognormal
	<i>Worm Screw</i>	0,950	0,961	-	0,938	Lognormal
	<i>Oil Seal</i>	0,989	0,990	-	0,979	Lognormal
	<i>Bearing</i>	0,954	0,976	-	0,947	Lognormal
	<i>Coupling</i>	0,990	0,988	-	0,989	Normal
	<i>Gear</i>	0,927	0,924	-	0,911	Normal
	<i>Drive Shaft</i>	0,971	0,977	-	0,951	Lognormal
Screw Press III	<i>Cylinder Press Cage</i>	0,979	0,969	-	0,989	Weibull
	<i>Worm Screw</i>	0,979	0,972	-	0,994	Weibull
	<i>Oil Seal</i>	0,968	0,967	-	0,962	Normal
	<i>Bearing</i>	0,948	0,978	-	0,945	Lognormal
	<i>Coupling</i>	0,969	0,976	-	0,948	Lognormal
	<i>Gear</i>	0,995	0,997	-	0,985	Lognormal
	<i>Drive Shaft</i>	0,975	0,977	-	0,959	Lognormal

3.4. Penentuan Parameter dan Nilai MTTF

Untuk mendapatkan nilai *Mean Time To Failure* (MTTF) dapat menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimeter* (MLE).

Tabel 8 Nilai MTTF dan Parameter Mesin Screw Press

Mesin	Komponen	Distribusi	Parameter	MTTF
Screw Press I	Cylinder Press Cage	Lognormal	$\sigma = 4,2485 \mu = 0,1676$	70
	Worm Screw	Normal	$\sigma = 73,2 \mu = 14,48$	73
	Oil Seal	Weibull	$\alpha = 7,6090 \beta = 59,55$	55
	Bearing	Lognormal	$\sigma = 3,5621 \mu = 0,1423$	35
	Coupling	Normal	$\sigma = 48,5 \mu = 6,99$	48
	Gear	Lognormal	$\sigma = 4,5669 \mu = 0,1004$	96
	Drive Shaft	Lognormal	$\sigma = 3,6020 \mu = 0,4299$	40
Screw Press II	Cylinder Press Cage	Normal	$\sigma = 59,28 \mu = 16,77$	59
	Worm Screw	Lognormal	$\sigma = 3,9322 \mu = 0,3561$	54
	Oil Seal	Lognormal	$\sigma = 3,6913 \mu = 0,1534$	40
	Bearing	Lognormal	$\sigma = 3,6252 \mu = 0,3059$	39
	Coupling	Normal	$\sigma = 63,5 \mu = 12,8$	63
	Gear	Normal	$\sigma = 71,5 \mu = 19,7$	71
	Drive Shaft	Lognormal	$\sigma = 4,1413 \mu = 0,1380$	63
Screw Press III	Cylinder Press Cage	Weibull	$\alpha = 6,783 \beta = 62,164$	58
	Worm Screw	Weibull	$\alpha = 15,608 \beta = 85,812$	82
	Oil Seal	Normal	$\sigma = 52,71 \mu = 19,39$	52
	Bearing	Lognormal	$\sigma = 3,3480 \mu = 0,3451$	30
	Coupling	Lognormal	$\sigma = 4,3801 \mu = 0,0931$	80
	Gear	Lognormal	$\sigma = 4,1297 \mu = 0,0523$	62
	Drive Shaft	Lognormal	$\sigma = 4,4037 \mu = 0,1344$	82

Perancangan jadwal perawatan dilakukan berdasarkan nilai MTTF yang ditelah diperoleh sebelumnya. Salah satu contoh penjadwalan pengantian komponen *worm screw* untuk mesin *screw press* I sebagai berikut dapat diuraikan sebagai berikut.

- a. Ditentukan kapan terakhir mesin *screw press* mengalami kerusakan.
- b. Ditentukan interval perawatan yang dilakukan berdasarkan nilai MTTF
- c. Langkah yang sama dilakukan untuk semua komponen mesin kritis yang telah ditentukan pada mesin *screw press*.

3.5. Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya dilakukan dengan menggunakan data harga komponen, biaya gaji operator, dan frekuensi pengantian yang didapatkan dari data historis perbaikan komponen.

- a. Biaya awal
 - Biaya komponen = Rp. 603.250.000,-
 - Biaya mekanik = Rp. 8.640.000,-
 - Total biaya = Biaya komponen + biaya mekanik = Rp. 611.890.000,-
- b. Biaya setelah perbaikan
 - Biaya komponen = Rp. 487.500.010,-
 - Biaya mekanik = Rp. 6.480.000,-
 - Total biaya = Biaya komponen + biaya mekanik = Rp. 493.980.010,-

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data maka dapat diperoleh kesimpulan dan rekomendasi sebagai berikut.

1. Didapatkan komponen mesin yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu komponen worm screw sebesar 288. Mode kerusakan komponen mesin dikelompokkan menjadi kategori *outage problem* sebesar 57,16%, *economic problem* sebesar 14,28%, dan *hidden failure* sebesar 28,56%. Kemudian tindakan perawatan yang dipilih yaitu *time directed* dengan persentase sebesar 28,57%, *condition directed* sebesar 57,14%, dan *failure finding* sebesar 14,29%.

2.Usulan jadwal pemeliharaan masing-masing komponen mesin yang didapatkan melalui penentuan nilai MTTF dan disusun rancangan penjadwalan perawatan komponen mesin screw press sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan mesin. Biaya perawatan berkurang sebesar Rp. 117.909.990 (19,26%).

3.Perusahaan diharapkan dapat memperhatikan ketersediaan sparepart, menurunkan downtime dan frekuensi breakdown, serta menerapkan sistem preventive maintenance. Selain itu, dapat dipertimbangkan untuk melakukan penggantian mesin screw press II dan III.

Daftar Pustaka

- Afiva, dkk. 2019. *Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Perencanaan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Analisis FMECA*. Jurnal PASTI. Vol. 13 No. 3
- Burhannudin, M. dan Ansori, Moch. 2022. *Implementasi Reliability Centered Maintenance Pada Excavator PC-800*. Journal of Industrial and System Optimization. Vol. 5, No. 2
- Cahyono, dkk. 2021. *Analisis Kegiatan Perawatan dengan Menggunakan Metode RCM dan OMMP Pada Perusahaan PT.XYZ*. TEKMAPRO: Journal of Industrial Engineering and Management. Vol. 16, No. 1
- Candra, Adi. 2022. *Analisa Reliability Centered Maintenance (RCM) Mesin Sablon Digital*. TEKMAPRO: Journal of Industrial Engineering and Management. Vol. 17, No. 2
- Dzulyadain, Harits, dkk. 2020. *Usulan Kebijakan Perawatan pada Mesin Press di PT XYZ Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM II) dan Analisis FMECA*. E-Proceeding of Engineering. Vol. 7, No. 2. ISSN: 2355-9365
- Fajar, dkk. 2022. *Perancangan Pemeliharaan Mesin Filter Press dengan Metode FMECA dan Reliability Centered Maintenance (RCM) (Studi Kasus PABRIK MINYAK KELAPA SAWITYZ)*. Jurnal Teknik Industri. Volume 8, No. 02
- Fathurohman, dkk. 2020. *Reliability Centered Maintenance: The Implementation in Preventive Maintenance (Case Study in an Expedition Company)*. EKOMABIS. Vol. 1, No. 2. ISSN: 2716-0238
- Florea, V. A., dkk. 2022. *Study of the Possibilities of Improving Maintenance of Technological Equipment Subject to Wear*. MDPI Processes
- Haris, Muhammad, dkk. 2023. *Pengaruh Tekanan Press dan Umur Screw Terhadap Kehilangan Minyak Kelapa Sawit (Oil Losses) di Stasiun Press*. AGROFORETECH. Vol. 1, No. 1
- Hasan, Indra, dkk. 2019. *Penerapan Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Mesin Ripple Mill*. Surya Teknika. Vo. 6, No. 1. ISSN: 2354-6751
- Ibrahim, dkk. 2019. *Maintenance of Decision Engineering Programs In The Distribution Of Sea Water Pump In PT. KMI With The RCM-II Approach*. International Journal of Engineering, Information Science, and Applied Science (IJEIS-AS). Vol. 2, No. 1. ISSN: 2615-1693
- Jelita, Nur, dkk. 2020. *Efisiensi Teknis Perubahan Teknologi, dan Produktivitas Faktor Total Pabrik Kelapa Sawit di Indonesia*. Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis. Vol. 4, No. 1. ISSN: 2614-4670
- Marimin, dkk. 2022. *Analisis Interval Pemeliharaan Komponen Kritis Unit Fuel Conveyor dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Jurnal Teknologi Industri Pertanian.
- Padhil, dkk. 2022. *Planning of Preventive Maintenance Time Interval on Rubber Tyred Gantry Unit Using Reliability Centered Maintenance (RCM) II*. Industrial Engineering Science Publishing Group. Vol. 6, No. 1. ISSN: 2640-110X

- Patil, S., dkk. 2022. *Development of Optimized Maintenance Program for a Steam Boiler System Using Reliability Centered Maintenance Approach*. MDPI Sustainability
- Pradita, B. S., dkk. 2022. *An Hierarchical Latent Variable Model Of Reliability Centered Maintenance Using PLS-SEM And Its Impact On Productivity Of Gas Processing Companies*. Journal of Positive School Psychology. Vol. 6, No. 8
- Priyanta, dkk. 2017. *Maintenance Task Allocation and Planning in KT. X Tugboat using RCM Method*. International Journal of Marine Engineering Innovation and Research. Vol. 2, No. 1. ISSN: 2541-5972
- Sajaradj, dkk. 2019. *The Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) Methods to Design Maintenance System in Manufacturing*. International Conference in Industrial and Manufacturing Engineering.
- Shin, Joong-Woo, dkk. 2022. *Reliability-Centered Maintenance Scheduling of Photovoltaic Components According to Failure Effects*. MDPI Energies
- Ulfah, Maria, dkk. 2021. *Usulan Perawatan Mesin Press H-Draw pada Divisi Stamping Press dengan Metode Reliability Centered Maintenance dan Reliability Centered Spares (Studi Kasus: PT. TMMI)*. Journal Industrial Services. Vol. 7, No. 1
- Zaman, dkk. 2020. *Application of Reliability Centered Maintenance for Tugboat Kresna 315 Cooling Systems*. Journal of Southwest Jiaotong University. Vol. 55, No. 4. ISSN: 0258-2724