

Analisis Pemeliharaan *Spring Load Cell* Pada Mesin *Roto Packer* Di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk

Yvonne Christy Julyandini

Prodi Teknik Industri/Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

I Nyoman Lokajaya

Prodi Teknik Industri/Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Alamat: Jl. Semolowaru no. 45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

Korespondensi penulis : 1411900029@surel.untag-sby.ac.id

Abstract. *PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk is a company that produces cement and runs the production process 24 hours a day. The company uses Roto Packer in its packaging process. In carrying out machine maintenance efforts, the company has implemented a maintenance system, namely preventive maintenance. However, even though preventive maintenance has been carried out, the company still experiences downtime on the spring load cell components. Therefore, it is necessary to carry out an analysis in order to determine the time between breakdowns, breakdown times, and arrange optimal maintenance schedules for spring load cell components. This study uses the Reliability Centered Maintenance (RCM) method with the Kolmogorov-Smirnov test to develop preventive maintenance activities that have been scheduled by the company. The results obtained, for the spring load cell component, component replacement must be carried out every 4 days with a replacement time of 49 minutes and a reliability of 39.87%.*

Keywords: *machine maintenance, maintenance scheduling, time between breakdowns, breakdown time*

Abstrak. PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk merupakan perusahaan yang memproduksi semen dan menjalankan proses produksi selama 24 jam setiap harinya. Perusahaan menggunakan *Roto Packer* dalam proses pengemasannya. Dalam melakukan upaya pemeliharaan mesin, perusahaan telah menerapkan sistem pemeliharaan yaitu *preventive maintenance*. Akan tetapi, meskipun sudah dilakukan *preventive maintenance*, perusahaan masih mengalami *downtime* pada komponen *spring load cell*. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa agar dapat mengetahui waktu antar kerusakan, waktu kerusakan, dan menyusun penjadwalan pemeliharaan yang optimal pada komponen *spring load cell*. Penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk mengembangkan aktivitas *preventive maintenance* yang telah dijadwalkan oleh perusahaan. Hasil yang didapatkan, pada komponen *spring load cell* penggantian komponen harus dilakukan setiap 4 hari dengan waktu penggantian selama 49 menit dan keandalannya sebesar 39,87%.

Kata kunci: pemeliharaan mesin, penjadwalan pemeliharaan, waktu antar kerusakan, waktu kerusakan

LATAR BELAKANG

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk merupakan perusahaan yang memproduksi semen dan menjalankan proses produksi selama 24 jam setiap harinya. Perusahaan menggunakan *Roto Packer* dalam proses pengemasannya. *Roto Packer* merupakan mesin pengemasan semen yang digunakan untuk pengantongan semen secara otomatis, berat bersihnya ditentukan oleh kapasitas mesin. Perusahaan harus dapat menjaga komponen/ mesin produksinya dengan baik. Oleh karena itu, dilakukan kegiatan pemeliharaan atau *maintenance* pada setiap komponen/ mesin yang digunakan dalam proses produksinya.

Permasalahan yang paling sering muncul di perusahaan khususnya terkait dengan *Roto Packer* pada area *Packer Tuban IV* yang dapat mengakibatkan *downtime* pada proses pengemasan semen yaitu pada komponen *spring load cell* dengan frekuensi kerusakan sebanyak 118 kali dan waktu *downtime* selama 10.875 menit, akan tetapi yang paling sering terjadi yaitu pada kerusakan patah/ putus dengan waktu *downtime* selama 5.745 menit. *Spring load cell* merupakan alat penimbangan *spout* yang mekanik berupa plat tipis dan lentur yang menghubungkan antara mekanik timbangan dengan mekanik non timbangan. Saat komponen mengalami putus, akan berdampak pada *spout filling* yang akan dimatikan karena berat semen akan berada di bawah standart yang telah ditentukan dan mengalami eror, sehingga akan dilakukan penggantian pada semua komponen *spout*.

Terjadinya permasalahan ini menyebabkan proses produksi pada perusahaan tidak dapat berjalan dengan lancar sehingga perusahaan tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Apabila terdapat komponen yang mengalami kerusakan, maka seluruh mesin yang bekerja pada *line* tersebut harus ikut berhenti bekerja. Durasi mesin pada satu *line* tersebut dihentikan adalah sekitar satu sampai setengah *shift* (6-8 jam). Karena biasanya kerusakan terjadi di tengah proses operasi, dan tim perbaikan harus menunggu *overshift* dari mesin serta operatornya supaya tidak mengganggu proses operasi. Hal ini menyebabkan *downtime* menjadi semakin tinggi.

Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis dengan menggunakan metode penelitian yaitu *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang merupakan strategi lanjutan yang dapat membuahkan hasil pemeliharaan preventif yang berfokus pada sistem operasi dan peralatan. Prinsip dari metode pemeliharaan ini adalah perbaikan keandalan mesin atau sistem. Dengan dilakukan penyusunan penelitian ini, diharapkan dapat mengurangi *downtime* yang terjadi pada perusahaan.

KAJIAN TEORITIS

Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan adalah konsep dari semua tindakan yang diperlukan untuk menjaga maupun mempertahankan kualitas mesin agar dapat beroperasi dengan optimal seperti kondisi awalnya (Widiasih & Aziza, 2019). Tujuan utama dari perawatan adalah untuk menjaga keandalan mesin agar selalu beroperasi dengan optimal. Tujuan dari pemeliharaan yaitu menjaga atau memperbaiki mesin terhadap kerusakan atau kemacetan mesin dalam proses produksi agar dapat berfungsi dengan semestinya (Afiva et al., 2019).

Penjadwalan Pemeliharaan

Penjadwalan adalah perencanaan tindakan untuk menentukan kapan dan pada waktu apa setiap kegiatan harus menjadi bagian dari pekerjaan secara keseluruhan dilakukan dengan sumber daya yang terbatas (Kumala, 2022). Penjadwalan pemeliharaan adalah proses perencanaan dan pengelolaan waktu untuk melakukan pemeliharaan, perawatan, atau pengecekan terhadap peralatan, komponen, mesin, atau sistem lainnya. Tujuan utama dari penjadwalan pemeliharaan yaitu untuk memastikan bahwa pemeliharaan dilakukan secara teratur dan efisien untuk menjaga keandalan, kinerja, dan usia panjang dari aset yang dimiliki.

Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Pemeliharaan pencegahan dapat mengidentifikasi kapan mesin akan rusak, berapa komponen yang perlu diganti, dan komponen mana yang sering diganti, supaya mencegah terjadinya jeda waktu tunggu dari pesanan komponen baru hingga ketersediaan komponen baru (Lokajaya, 2009). Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) merupakan inspeksi berkala yang mendeteksi kondisi yang dapat mengakibatkan kerusakan mesin (*breakdown*) atau gangguan proses produksi sehingga peralatan dapat dikembalikan ke kondisi semula. *Preventive maintenance* merupakan proses yang mendeteksi dan merawat ketidak normalan peralatan sebelum terjadi kerusakan yang menyebabkan kerugian (Setyawan & Widiasih, 2022).

Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

RCM merupakan cara alternatif untuk meningkatkan keandalan aset dengan berfokus pada desain. RCM yaitu metodologi terstruktur yang berpusat pada aset untuk menentukan kebutuhan pemeliharaan aset fisik sebagai bagian dari operasinya. Aset merupakan bagian dari sistem yang lebih besar. Tujuan utama RCM yaitu untuk mempertahankan fungsi sistem. Penerapan RCM memerlukan pemahaman penuh tentang apa yang terjadi dengan aset fisik dan

sifat kegagalan yang terkait dengan fungsi tersebut. Diakui bahwa tidak semua kegagalan dibuat sama, dan beberapa kegagalan tidak dapat dicegah dengan perbaikan atau penggantian preventif. Akibatnya, langkah-langkah pemeliharaan yang tidak ekonomis dalam mempertahankan fungsi sistem tidak akan dilaksanakan (Jardine & Tsang, 2013).

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Pada penelitian ini, menggunakan *RCM Information Worksheet* untuk menganalisis *function*, *functional failure*, *failure mode*, dan *failure effect* (Kurniawan, 2016). Kemudian menghitung *Risk Priority Number (RPN)* dengan tujuan untuk menentukan prioritas aktivitas atau komponen kritis dengan menentukan nilai Severity (S), Occurance (O), dan Detection (D). Setelah itu menggunakan *RCM Decision Worksheet* untuk menganalisis dan menentukan pemeliharaan yang tepat. Rumus perhitungan *RPN* untuk *FMEA* adalah (Tantri et al., 2018):

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

Distribusi Weibull

Dengan distribusi *weibull*, dapat digunakan dalam teknik keandalan. Distribusi ini paling sering digunakan untuk menganalisis data kerusakan, karena distribusi *weibull* dapat mencakup beberapa siklus kerusakan yang terjadi. Berikut merupakan fungsi-fungsi distribusi *weibull* (Akbar & Widiasih, 2022):

$$\text{Fungsi padat probabilitas: } f(t) = \alpha\beta^{-\alpha}t^{\alpha-1}e^{-(t/\beta)^\alpha}, \text{ dengan } t \geq 0 \quad (2)$$

$$\text{Fungsi distribusi kumulatif: } F(t) = 1 - e^{-(t/\beta)^\alpha}, \text{ dengan } t \geq 0 \quad (3)$$

$$\text{Parameter: bentuk } (\alpha) \text{ dan skala } (\beta) \quad (4)$$

$$\text{Rata-rata (mean): } \left(\frac{\beta}{\alpha}\right) \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right) \quad (5)$$

$$\text{Varians: } \left(\frac{\beta^2}{\alpha}\right) \left\{ 2\Gamma\left(\frac{2}{\alpha}\right) - \left[\Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right)\right]^2 \right\} \quad (6)$$

Uji Kolmogorov-Smirnov

Uji *Kolmogorov-Smirnov* ini melakukan perbandingan antara data hasil penelitian dengan distribusi teoritis yang diasumsikan. Jika perbedaannya cukup besar maka model teoritis yang diasumsikan ditolak. Pada uji K-S adalah data tidak perlu dikelompokkan dan berlaku untuk sembarang besaran sampel (n). Uji *Kolmogorov-Smirnov* dapat digunakan untuk menguji kesepakatan dengan berbagai distribusi statistik, seperti distribusi normal, distribusi gamma, distribusi eksponensial, distribusi *weibull*, dan lain-lain. Uji ini dapat memberikan informasi tentang seberapa baik data sampel cocok dengan distribusi yang diharapkan untuk membantu permodelan dan analisis data.

METODE PENELITIAN

Studi Lapangan dan Studi Pustaka

Studi lapangan dilaksanakan dengan melakukan observasi dan wawancara pada bagian Supervisor *Packer* Tuban IV (Operasional) untuk berkonsultasi dan mendapatkan informasi mengenai data terbaru terkait dengan *downtime* dan pemeliharaan mesin pada area *Packer* Tuban IV. Penelitian ini dilakukan pada PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk yang berlokasi di Desa Sumberarum, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban. Sedangkan studi pustaka dilakukan dengan membaca dan memahami literatur seperti teori pada buku, jurnal, maupun skripsi dari penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pemeliharaan mesin, serta materi yang sudah dipelajari pada saat mengikuti perkuliahan.

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data, yaitu bagaimana kondisi kerusakan, berapa frekuensi kerusakan, dan berapa lama waktu kerusakan pada komponen *spring load cell*. Sebelum melakukan pengumpulan data, menentukan terlebih dahulu informasi apa saja yang ingin dikumpulkan sebelum melakukan pengolahan data. Data-data tersebut didapatkan dari perusahaan tempat melakukan penelitian dengan melakukan observasi dan wawancara untuk mendapatkan informasi serta data terbaru dalam perusahaan. Pengolahan data, perlu menyiapkan data penelitian tersebut dan memasukkan serta memproses data yang sudah didapatkan. Dalam pengolahan data perlu melakukan perhitungan lama waktu antar kerusakan, lama waktu kerusakan, dan penyusunan penjadwalan pemeliharaan yang optimal pada komponen *spring load cell* menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data laporan harian waktu penggantian *spring load cell* pada mesin *roto packer*:

Tabel 1. Data Waktu Penggantian Komponen *Spring Load Cell*

No	Tanggal Kerusakan	Waktu Antar Kerusakan/ TTF (Hari)	Waktu Penggantian/ TTR (Menit)
1	03/01/2022	0	60
			60
2	09/01/2022	6	60
3	15/01/2022	6	60
4	16/01/2022	1	60
			30
5	24/01/2022	8	30
6	25/01/2022	1	30

No	Tanggal Kerusakan	Waktu Antar Kerusakan/ TTF (Hari)	Waktu Penggantian/ TTR (Menit)
7	27/01/2022	2	30
8	13/02/2022	17	30
9	16/02/2022	3	60
10	19/02/2022	3	30
			30
11	22/02/2022	3	60
			60
12	24/02/2022	2	60
13	28/02/2022	4	60
14	04/03/2022	4	60
15	08/03/2022	4	30
16	09/03/2022	1	60
17	16/03/2022	7	60
18	17/03/2022	1	60
19	18/03/2022	1	60
20	24/03/2022	6	30
			30
21	05/04/2022	12	60
22	06/04/2022	1	60
23	08/04/2022	2	60
24	19/04/2022	11	60
25	20/04/2022	1	30
			30
26	26/04/2022	6	60
27	13/05/2022	17	60
28	14/05/2022	1	60
29	17/05/2022	3	60
30	21/05/2022	4	60
31	30/05/2022	9	30
			30
32	31/05/2022	1	30
33	06/06/2022	6	30
34	08/06/2022	2	30
			120
35	11/06/2022	3	60
36	12/06/2022	1	60
37	16/06/2022	4	30
38	26/06/2022	10	60
39	28/06/2022	2	60
40	06/07/2022	8	60
41	15/07/2022	9	60
42	28/07/2022	13	30
43	29/07/2022	1	30
			30
44	02/08/2022	4	30
45	04/08/2022	2	60
46	13/08/2022	9	30

No	Tanggal Kerusakan	Waktu Antar Kerusakan/ TTF (Hari)	Waktu Penggantian/ TTR (Menit)
47	15/08/2022	2	30
			60
48	16/08/2022	1	30
49	22/08/2022	6	30
50	24/08/2022	2	30
			60
51	30/08/2022	6	30
52	31/08/2022	1	60
53	01/09/2022	1	30
54	14/09/2022	13	30
55	15/09/2022	1	30
56	16/09/2022	1	30
			30
57	20/09/2022	4	30
58	21/09/2022	1	30
			60
59	23/09/2022	2	60
60	24/09/2022	1	60
61	26/09/2022	2	60
62	27/09/2022	1	60
63	05/10/2022	8	15
64	06/10/2022	1	60
65	12/10/2022	6	30
			60
66	13/10/2022	1	60
			60
67	15/10/2022	2	30
			60
68	18/10/2022	3	30
69	21/10/2022	3	60
70	23/10/2022	2	60
			60
71	30/10/2022	7	60
			60
72	07/11/2022	8	60
			60
73	10/11/2022	3	60
			60
74	11/11/2022	1	60
			60
75	21/11/2022	10	30
76	23/11/2022	2	60
77	26/11/2022	3	60
78	27/11/2022	1	30
79	29/11/2022	2	30
			60
80	02/12/2022	3	60

No	Tanggal Kerusakan	Waktu Antar Kerusakan/ TTF (Hari)	Waktu Penggantian/ TTR (Menit)
81	08/12/2022	6	30
			30
			30
			60
			60
82	10/12/2022	2	60
			30
83	13/12/2022	3	90
			60
84	15/12/2022	2	60
			60
85	19/12/2022	4	30
			60
86	23/12/2022	4	60
			60
87	29/12/2022	6	60

Sumber: Rekapitan Data Pemeliharaan Mesin Packer Tuban (2022)

Pengolahan Data

Menentukan fungsi komponen, kegagalan fungsi, penyebab kegagalan fungsi, dan efek kegagalan fungsi dari komponen *spring load cell*. Analisis ini menggunakan *RCM Information Worksheet* seperti berikut ini:

Tabel 2. RCM Information Worksheet

<i>RCM Information Worksheet</i>										
<i>Failure Modes and Effects Analysis</i>										
Komponen	Function (Fungsi)	Functional Failure (Kegagalan Fungsi)	Failure Mode (Penyebab Kegagalan)	Failure Effect (Efek Kegagalan)	S	O	D	RPN	Total	
Spring Load Cell	1	A	Putus	1	Baut kendur sehingga ada vibrasi yang keras	Timbangan eror dan spout tidak bisa dioperasikan	8	9	7	504
				2	Gerakan buangnya semen bag tidak center sehingga ada kemungkinan menabrak frame lain		5	5	2	50
				3	Ada beban lebih yang tidak wajar		6	5	6	180
				4	Bahan terlalu keras sehingga mudah patah dalam pemakaian normal	Frame bisa cepat putus dan merusak load cell yang lain sehingga tidak aman untuk dioperasikan	5	5	5	125
					859					

Kemudian menganalisis *maintenance task*, ditentukan dengan mrnggunakan *RCM Decision Worksheet* hasil yang didapatkan seperti berikut ini:

Tabel 3. RCM Decision Worksheet

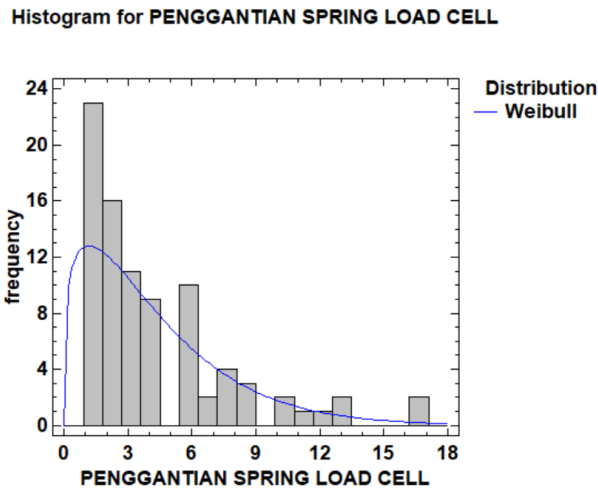
RCM Decision Worksheet													
Information Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Porposed Task
							S1	S2	S3				
							O1	O2	O3				
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4	
1	A	1	N	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task
1	A	2	N	N	N	Y	Y						Scheduled On Condition Task
1	A	3	N	N	N	Y	Y						Scheduled On Condition Task
1	A	4	N	N	N	Y	Y						Scheduled On Condition Task

Sebelum melakukan perhitungan *reliability*, terlebih dahulu melakukan uji distribusi dengan menggunakan Statgraphics 18, didapatkan hasil sebagai berikut:

Hipotesis:

H₀: Data jarak waktu penggantian *spring load cell* sesuai dengan distribusi *weibull*

H₁: Data jarak waktu penggantian *spring load cell* tidak sesuai dengan distribusi *weibull*



Gambar 1. Histogram Penggantian *Spring Load Cell*

Parameter Distribusi *Weibull*:

shape (α) = 1,23277

shape (β) = 4,50998

Tabel 4. Perhitungan Uji Kesesuaian Distribusi Weibull Penggantian Spring Load Cell

i	Waktu Antar Kerusakan (hari)	$F(t) = 1 - e^{-(t/\beta)^\alpha}$	$Dn^- = \text{Max} \left\{ F(t_i) - \frac{i-1}{n} \right\}$	$Dn^+ = \text{Max} \left\{ \frac{i}{n} F(t_i) \right\}$
1	1	0,1446	0,1446	-0,1329
2	1	0,1446	0,1329	-0,1213
3	1	0,1446	0,1213	-0,1097
4	1	0,1446	0,1097	-0,0981
5	1	0,1446	0,0981	-0,0864
6	1	0,1446	0,0864	-0,0748
7	1	0,1446	0,0748	-0,0632
8	1	0,1446	0,0632	-0,0515
9	1	0,1446	0,0515	-0,0399
10	1	0,1446	0,0399	-0,0283
11	1	0,1446	0,0283	-0,0167
12	1	0,1446	0,0167	-0,0050
13	1	0,1446	0,0050	0,0066
14	1	0,1446	-0,0066	0,0182
15	1	0,1446	-0,0182	0,0298
16	1	0,1446	-0,0298	0,0415
17	1	0,1446	-0,0415	0,0531
18	1	0,1446	-0,0531	0,0647
19	1	0,1446	-0,0647	0,0764
20	1	0,1446	-0,0764	0,0880
21	1	0,1446	-0,0880	0,0996
22	1	0,1446	-0,0996	0,1112
23	1	0,1446	-0,1112	0,1229
24	2	0,3072	0,0397	-0,0281
25	2	0,3072	0,0281	-0,0165
26	2	0,3072	0,0165	-0,0049
27	2	0,3072	0,0049	0,0068
28	2	0,3072	-0,0068	0,0184
29	2	0,3072	-0,0184	0,0300
30	2	0,3072	-0,0300	0,0417
31	2	0,3072	-0,0417	0,0533
32	2	0,3072	-0,0533	0,0649
33	2	0,3072	-0,0649	0,0765
34	2	0,3072	-0,0765	0,0882
35	2	0,3072	-0,0882	0,0998
36	2	0,3072	-0,0998	0,1114
37	2	0,3072	-0,1114	0,1230
38	2	0,3072	-0,1230	0,1347
39	2	0,3072	-0,1347	0,1463

i	Waktu Antar Kerusakan (hari)	$F(t) = 1 - e^{-(t/\beta)^\alpha}$	$Dn^- = \text{Max} \left\{ F(t_i) - \frac{i-1}{n} \right\}$	$Dn^+ = \text{Max} \left\{ \frac{i}{n} F(t_i) \right\}$
40	3	0,4539	0,0004	0,0112
41	3	0,4539	-0,0112	0,0228
42	3	0,4539	-0,0228	0,0345
43	3	0,4539	-0,0345	0,0461
44	3	0,4539	-0,0461	0,0577
45	3	0,4539	-0,0577	0,0693
46	3	0,4539	-0,0693	0,0810
47	3	0,4539	-0,0810	0,0926
48	3	0,4539	-0,0926	0,1042
49	3	0,4539	-0,1042	0,1159
50	3	0,4539	-0,1159	0,1275
51	4	0,5779	-0,0035	0,0151
52	4	0,5779	-0,0151	0,0268
53	4	0,5779	-0,0268	0,0384
54	4	0,5779	-0,0384	0,0500
55	4	0,5779	-0,0500	0,0616
56	4	0,5779	-0,0616	0,0733
57	4	0,5779	-0,0733	0,0849
58	4	0,5779	-0,0849	0,0965
59	4	0,5779	-0,0965	0,1082
60	6	0,7587	0,0727	-0,0610
61	6	0,7587	0,0610	-0,0494
62	6	0,7587	0,0494	-0,0378
63	6	0,7587	0,0378	-0,0262
64	6	0,7587	0,0262	-0,0145
65	6	0,7587	0,0145	-0,0029
66	6	0,7587	0,0029	0,0087
67	6	0,7587	-0,0087	0,0204
68	6	0,7587	-0,0204	0,0320
69	6	0,7587	-0,0320	0,0436
70	7	0,8208	0,0185	-0,0069
71	7	0,8208	0,0069	0,0048
72	8	0,8683	0,0427	-0,0311
73	8	0,8683	0,0311	-0,0194
74	8	0,8683	0,0194	-0,0078
75	8	0,8683	0,0078	0,0038
76	9	0,9040	0,0319	-0,0203
77	9	0,9040	0,0203	-0,0087
78	9	0,9040	0,0087	0,0029
79	10	0,9307	0,0237	-0,0121
80	10	0,9307	0,0121	-0,0004

i	Waktu Antar Kerusakan (hari)	$F(t) = 1 - e^{-(t/\beta)^\alpha}$	$Dn^- = \text{Max} \left\{ F(t_i) - \frac{i-1}{n} \right\}$	$Dn^+ = \text{Max} \left\{ \frac{i}{n} F(t_i) \right\}$
81	11	0,9503	0,0201	-0,0084
82	12	0,9646	0,0228	-0,0111
83	13	0,9750	0,0215	-0,0099
84	13	0,9750	0,0099	0,0018
85	17	0,9941	0,0174	-0,0057
86	17	0,9941	0,0057	0,0059
		Max	0,144573	0,146305
		Dn	0,146305	

Rata-rata waktu antar penggantian *spring load cell* adalah

$$\begin{aligned} \frac{\beta}{\alpha} \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right) &= \frac{4,50998}{1,23277} \Gamma\left(\frac{1}{1,23277}\right) \\ &= 3,65841 \Gamma(0,81118) \\ &= 3,65841 \left(\frac{\Gamma(1,81118)}{0,81118}\right) \\ &= 3,65841 \left(\frac{0,934076}{0,81118}\right) \\ &= 4,21267 \approx 4 \text{ hari} \end{aligned}$$

Keandalan *spring load cell* pada mesin *roto packer* adalah

$$\begin{aligned} R(t) &= P(x > t) \\ &= 1 - P(x \leq t) \\ &= 1 - F(t) \\ &= 1 - (1 - e^{-(t/\beta)^\alpha}) \\ &= e^{-(t/\beta)^\alpha} \\ &= e^{-(4,21267/4,50998)^{1,23277}} \\ &= 0,3987 \sim 39,87\% \end{aligned}$$

Rata-rata waktu penggantian *spring load cell* menggunakan distribusi normal adalah

$$\begin{aligned} MTTR &= \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} = \frac{5,745}{118} \\ &= 48,69 \approx 49 \text{ menit} \end{aligned}$$

Analisis Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengolahan data menggunakan distribusi *weibull*, didapatkan hasil yaitu penggantian komponen dilakukan setiap 4 hari dengan nilai keandalan sebesar 39,87%, dan dengan menggunakan distribusi normal didapatkan hasil waktu penggantian komponen selama 49 menit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan dengan analisis hasil dan pembahasan adalah dari hasil rata-rata waktu antar penggantian komponen *spring load cell*, dapat menyusun penjadwalan pemeliharaan yang optimal. Penggantian komponen *spring load cell* harus dilakukan setiap 4 hari dengan waktu penggantian komponen selama 49 menit, dan nilai keandalan sebesar 39,87%.

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan adalah kegiatan pemeliharaan perlu dilakukan tepat waktu sesuai jadwal, agar dapat menghindari kerusakan mesin yang akan memakan waktu lebih lama dalam penggantian ataupun perbaikan komponennya, dan perlu dilakukan perawatan secara prediktif terutama pada komponen *spring load cell* supaya dapat meningkatkan keandalan mesinnya.

DAFTAR REFERENSI

- Afiva, W. H., Atmaji, F. T. D., & Alhilman, J. (2019). Usulan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dan FMECA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 18(2), 213–223. <https://doi.org/10.23917/jiti.v18i2.8551>
- Akbar, M. R., & Widiasih, W. (2022). Analisis Perawatan Mesin Bubut dengan Metode Preventive Maintenance Guna Menghindari Kerusakan Secara Mendadak dan Untuk Menghitung Biaya Perawatan. *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 4(1), 32–45. <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2022.v4i1.3086>
- Aziza, N., Prastiyo, W. A., & Widiasih, W. (2019). Penjadwalan Penggantian Komponen Mesin Press Selang Hidrolik di CV Rhoda Jaya. *Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada*, 54–59.
- Farisi, M. N. Al. (2021). *Analisis Perawatan Mesin Batching Plant Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Universitas Jember.
- Gunawan, A. S., Setiawan, A., & Legirian, F. (2017). Perancangan Maintenance Management Informastion System untuk Unit Pemadam Kebakaran (Studi Kasus : Perusahaan X). *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 3(2), 219–224. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v3i2.2017.219-224>
- Jardine, A. K. S., & Tsang, A. H. c. (2013). *Maintenance, Replacement, and Reliability Theory and Applications* (2nd ed.). CRC Press.

- Kumala, A. C. (2022). *Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan Mesin Produksi untuk Meningkatkan Keandalan menggunakan Metode RCM (Studi Kasus : PT. Intimas Surya, Pelabuhan Benoa, Bali)*.
- Kurniawan, A. D. (2016). *Penerapan Metode RCM pada Perawatan Hard Capsule Machine A di PT. Kapsulindo Nusantara*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Lokajaya, I. N. (2009). Penentuan Waktu Penggantian Komponen Dan Biaya Penggantian Yang Optimal Pada Mesin Crawler Rock Drill. *Jurnal Teknik Industri HEURISTIC*, 6(1), 32–40.
- Lubis, M. F. I. (2021). Implementasi Perawatan Preventive Pada Mesin Produksi Untuk Meningkatkan Keandalan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) (Studi Kasus : PT. XYZ). In <https://Dspace.Uii.Ac.Id/Handle/123456789/35818>.
<https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/35818>
- Nursanti, E., Avief, R. M. S., Sibut, & Kertaningtyas, M. (2019). *Maintenance Capacity Planning Efisiensi & produktivitas*. Dream Litera Buana.
- Pranowo, I. D. (2019). *Sistem dan Manajemen Pemeliharaan (Maintenance: System and Management)* (1st ed.). DEEPUBLISH.
- Raharja, I. P., Suardika, I. B., & Galuh W, H. (2021). Analisis Sistem Perawatan Mesin Bubut menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) di CV. Jaya Perkasa Teknik. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 39–48.
<https://doi.org/10.36040/industri.v11i1.3414>
- Setyawan, B., & Widiasih, W. (2022). *Penentuan Penjadwalan Perawatan dan Penggantian Komponen Mesin Belt Conveyor Coal Ash Handling PT ABC*. 1–15.
- Shinta, H. D. W., Yanti, R., & Qurtubi. (2021). Analisis Perawatan Mesin Conveyor dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) terhadap Mesin Air Jet Loom (AJL). *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC 2021*.
<https://doi.org/10.30587/justicb.v3i1.4761>
- Sulayah, D. A. (2019). *Analisis Jarak Tempuh Penggantian Magnetic Clutch AC Mobil Toyota Avanza dan Daihatsu Xenia di PT. Adi Sarana Armada Tbk*. Surabaya. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Suryana, W. (2021). *Analisis pemeliharaan mesin produksi dengan metode RCM (Reliability Centered Maintenance) Pada PT. Eluan Mahkota Kabupaten Rokan Hulu*. Universitas Islam Riau.
- Tantri, D., Widiasih, W., & Khoiroh, S. M. (2018). Perancangan Sistem Perawatan Mesin Corrugated Carton Box dengan Metode Rcm pada PT. Intan Ustrix Gresik. *Industri.Untag-Sby.Ac.Id*.
http://industri.untagsby.ac.id/backend/uploads/pdf/Jurnal_TA5.pdf
- Wibowo, H., Sidiq, A., & Ariyanto. (2018). Penjadwalan Perawatan Komponen Kritis Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (Rcm) Pada Perusahaan Karet. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(2), 79–87. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v6i2.4106>
- Widiasih, W., & Aziza, N. (2019). Perhitungan Biaya Penggantian Komponen dengan Mempertimbangkan Penjadwalan Perawatan pada Mesin Bucket Raw Material. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(02), 68–76.