

Analisis Pemeliharaan Mesin Raw Mill Pabrik Indarung IV PT Semen Padang

by Prima Fithri

FILE	MELIHARAAN_MESIN_RAW_MILL_PABRIK_INDARUNG_IV_PT_SEMEN_P ADANG.PDF (175.76K)	WORD COUNT	4397
TIME SUBMITTED	15-JAN-2020 11:45PM (UTC+0700)	CHARACTER COUNT	23300
SUBMISSION ID	1242268961		

2

Petunjuk Sitasi: Taufik, Fithri, P., & Arsita, R. (2017). Analisis Pemeliharaan Mesin Raw Mill Pabrik Indarung IV PT Semen Padang. *Prosiding SNTI dan SATELIT 2017* (pp. C75-84). Malang: Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.

Analisis Pemeliharaan Mesin Raw Mill Pabrik Indarung IV PT Semen Padang

4

Taufik⁽¹⁾, Prima Fithri⁽²⁾, Ririn Arsita⁽³⁾

^{(1),(2),(3)} Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas
Kampus Limau Manis Padang, 25163

⁽¹⁾ taufik@ft.unand.ac.id

ABSTRAK

PT. Semen Padang is a company that engaged in the production of cement which has been operating in a very long period of time. There are 3 types of machines were used in the production of cement production activities. The machines are Raw Mill, Kiln Mill, and the Cement Mill. Raw Mill machine is the first machine that used in cement production. The process that occurs on this machine is mixing, milling and drying of the main raw materials of cement manufacture. This study was conducted to determine how lapse of time between failures (MTBF) on machines Raw Mill and how long the times needed to repair (MTTR) in the maintenance of electrical systems and instruments. This evaluation is done for the sake of improvement of maintenance systems in PT Semen Padang so that maintenance activities can be performed optimally. The data used in the calculation is the data engine damage due to power and instruments failures Raw Mill in factory Indarung IV PT. Semen Padang. Based on calculations that have been made known that the MTBF Raw Mill 4R1 machine is for 7 days and Raw Mill 4R2 machine is 26 days. As for the MTTR value Raw Mill 4R1 machine is for 1.5 hours and Raw Mill 4R2 engine is 4 hours. Machine availability value for Raw Mill 4R1 and Raw Mill 4R2 machine if done repair maintenance amounted to 98% and 100%.

Kata Kunci— MTBF, MTTR, maintenance, preventive maintenance, raw mill

I. PENDAHULUAN

Maintenance (perawatan/pemeliharaan) merupakan suatu kegiatan yang tidak dapat diabaikan dalam suatu proses produksi. *Maintenance* dapat didefinisikan sebagai serangkaian aktivitas yang dilakukan untuk menjaga dan mempertahankan kelangsungan suatu sistem. Aktivitas pemeliharaan yang dilakukan pada sebuah perusahaan sangat diperlukan karena setiap peralatan yang digunakan dalam proses produksi suatu waktu dapat mengalami kerusakan (*failure*). Kerusakan peralatan ini tidak dapat diketahui secara pasti, sehingga kegiatan pemeliharaan akan sangat membantu dalam mengatasi permasalahan ini. Kegiatan pemeliharaan dapat dilakukan dalam dua waktu. Pertama, kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada saat telah terjadi kerusakan (*corrective maintenance*). Kedua, kegiatan pemeliharaan dilakukan sebelum terjadinya kerusakan (*preventive maintenance*).

Kegiatan *preventive maintenance* biasanya dilakukan pada waktu-waktu tertentu sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh perusahaan. Kegiatan *preventive maintenance* telah dilakukan di PT. Semen Padang. Namun, pada beberapa waktu masih terdapat kerusakan-kerusakan mesin yang terjadi. Hal ini tentunya akan mengganggu proses produksi. Kegiatan pemeliharaan yang mengganggu proses produksi akan meningkatkan *downtime*. *Downtime* dalam suatu sistem produksi artinya kehilangan waktu produksi. Kehilangan waktu produksi dapat disebabkan karena terjadinya *breakdown* peralatan karena kerusakan dan waktu yang dibutuhkan untuk *setup* dan *adjustment* peralatan yang rusak. Kegiatan *preventive maintenance* juga akan mempengaruhi selang waktu antar kerusakan alat (MTBF) dan lamanya waktu yang digunakan untuk perbaikan alat (MTTR) tersebut. Tingkat keefektifan MTBF dan MTTR dalam kondisi optimal dapat dilihat dari tingkat *Availability* alat/mesin tersebut. *Availability* merupakan tingkat ketersediaan alat/mesin sejauh mana dapat digunakan. Berdasarkan hal ini, penulis mengangkat judul yaitu “Analisis Pemeliharaan Mesin Raw Mill Pabrik Indarung IV PT. Semen Padang”.

Mesin *Raw mill* merupakan mesin yang digunakan untuk mencampur, menggiling, dan mengeringkan bahan baku utama yang digunakan dalam proses produksi semen. Kerusakan yang

2

1 terjadi pada *Raw mill* akan mempengaruhi produksi semen pada proses selanjutnya. Artinya, ketika proses produksi di *Raw mill* terhambat, maka secara otomatis proses selanjutnya juga akan terhambat. Hal inilah yang menyebabkan penulis menganalisa permasalahan pada mesin *Raw mill*. Data yang digunakan dalam penyelesaian kasus adalah data kerusakan mesin *Raw Mill* periode 2014, dan data *downtime* mesin *Raw Mill* periode 2014 di Pabrik Indarung IV PT. Semen Padang.

Mesin *Raw Mill* pada pabrik Indarung IV PT Semen Padang terdiri dari 2 yang disimbolkan dengan 4R1 dan 4R2. Perbedaan kedua mesin terletak pada bentuk dan kapasitasnya. Mesin *Raw Mill* 4R1 berbentuk seperti silinder dengan posisi vertikal sedangkan mesin *Raw Mill* 4R2 berbentuk silinder dengan posisi horizontal. Kapasitas mesin *Raw Mill* 4R1 lebih besar daripada kapasitas mesin *Raw Mill* 4R2.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Analisis penilaian terhadap kegiatan pemeliharaan mesin *Raw Mill* pabrik Indarung IV PT Semen Padang dilakukan dengan memperhitungan nilai selang waktu antar kerusakan mesin (MTBF) dan lamanya waktu perbaikan mesin (MTTR). MTBF (*Mean Time Between Failure*) merupakan nilai yang menunjukkan interval waktu kerusakan mesin dari satu kerusakan kepada kerusakan berikutnya. Nilai MTBF penting diketahui untuk merencanakan dan membuat penjadwalan kegiatan *preventive maintenance*. MTTR (*Mean Time to Repair*) merupakan nilai yang menunjukkan lamanya waktu yang diperlukan untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi pada mesin untuk satu kali kerusakan. Nilai MTTR diperlukan untuk mengetahui lamanya waktu *downtime* yang akan terjadi jika mesin mengalami kerusakan. Hal ini akan membantu perusahaan untuk mengoptimalkan waktu perbaikan untuk meminimumkan *downtime* mesin. Perhitungan nilai MTBF dan MTTR dilakukan melalui tahapan-tahapan berikut :

1. Menentukan nilai TBF dan TTR mesin *Raw Mill* 4R1 dan 4R2
Nilai TBF (*Time Between Failure*) merupakan nilai yang menunjukkan waktu antar kerusakan pertama dengan kerusakan kedua yang terjadi pada mesin *Raw Mill*. Nilai TTR (*Time to Repair*) merupakan nilai yang menunjukkan lamanya waktu yang diperlukan untuk melakukan satu kali perbaikan kerusakan mesin.
2. Menentukan distribusi data yang sesuai untuk sebaran data TBF dan TTR mesin *Raw Mill*.
Untuk menentukan distribusi data yang sesuai maka dilakukan pembuatan kelas dan interval kelas data untuk menentukan sebaran data dan frekuensi sebaran data tersebut.
3. Melakukan pengujian distribusi data TBF dan TTR dengan pendekatan 4 macam distribusi yaitu distribusi Lognormal, Normal, Weibul, dan *Eksponensial*. Pengujian distribusi dilakukan untuk mengetahui hipotesis sebaran data sehingga dapat ditentukan nilai parameter yang diperlukan dalam penentuan nilai MTBF dan MTTR.
4. Menentukan parameter distribusi data TBF dan TTR.
Penentuan parameter ini dilakukan untuk pengujian kecocokan distribusi data sesuai hipotesis yang telah dibuat dan juga untuk perhitungan nilai MTBF dan MTTR.
5. Melakukan pengujian kecocokan distribusi data sesuai hipotesis yang telah dibuat.
Pengujian kecocokan distribusi dilakukan dengan uji Kolmogorov-smimov. Pengujian ini dilakukan untuk dapat menentukan keputusan dari hipotesis yang ada, apakah hipotesis mengenai distribusi data yang dibuat diterima atau ditolak. Jika hipotesis diterima, maka distribusi data dapat diketahui secara pasti. Namun jika hipotesis ditolak, maka dilakukan pengujian distribusi data kembali.
6. Menentukan nilai MTBF dan MTTR.
Penentuan nilai MTBF dan MTTR dapat dilakukan setelah hipotesis distribusi data diterima. Sehingga parameter yang telah dihitung sebelumnya dapat digunakan untuk perhitungan nilai MTBF dan MTTR sesuai dengan rumus yang berlaku.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut penjelasan terhadap pengolahan data yang telah dilakukan untuk menganalisis pemeliharaan pada mesin *Raw Mill* Pabrik Indarung IV PT Semen Padang. Pengolahan data terdiri

1
dari beberapa langkah yang dilakukan untuk menghitung MTBF dan MTTR mesin Raw Mill serta pengaruhnya terhadap nilai *Availability* mesin tersebut.

Perhitungan MTTR dan MTBF mesin Raw Mill dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu sebagai berikut :

1. Perhitungan TTR (*Time to Repair*)

Hasil rekapitulasi perhitungan TTR mesin Raw Mill 4R1 ditunjukkan pada Tabel 1.

2. Perhitungan TBF (*Time to Failure*)

Time to Failure (TBF) merupakan waktu antara terjadinya kerusakan mesin yang pertama dengan waktu terjadinya kerusakan mesin berikutnya. Pada dasarnya nilai TTF dan TBF adalah sama. Hanya saja, TTF merupakan istilah untuk waktu antar kerusakan dimana peralatan atau mesin hanya bisa sekali pakai sedangkan TBF untuk waktu antar kerusakan dimana peralatan atau mesin dapat diperbaiki dan digunakan berulang kali. Pada peralatan atau mesin yang dapat diperbaiki, nilai TBF merupakan hasil penjumlahan dari TTR dan TTF. Sedangkan pada peralatan atau mesin yang tidak dapat diperbaiki maka TBF sama dengan TTF. Rekapitulasi perhitungan TBF dapat dilihat pada Tabel 2.

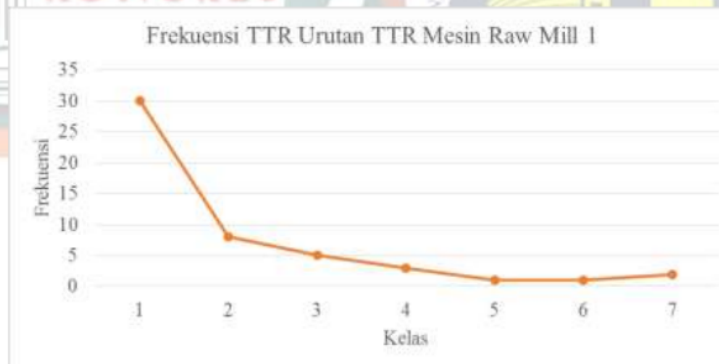
3. Perhitungan MTTR (*Mean Time to Repair*)

Perhitungan MTTR mesin Raw Mill 4R1 dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan distribusi data dan parameter yang akan digunakan dalam perhitungan MTTR. Perhitungan MTTR dijelaskan dalam langkah-langkah berikut :

a. Penentuan Distribusi Data TTR Mesin Raw Mill 4R1

Penentuan distribusi data dilakukan dengan pengurutan data TTR terlebih dahulu. Pengurutan data ini dilakukan untuk menentukan kelas, batas kelas, interval kelas, dan frekuensi kerusakan mesin pada setiap kelas. Penentuan kelas dan frekuensi relatif sebaran data TTR dapat dilihat pada Tabel 3.

Grafik frekuensi kerusakan mesin pada Raw mill 4R1 digambarkan pada grafik dalam Gambar 1.



Gambar 1 Frekuensi Kerusakan Mesin Raw Mill 4R1

b. Pengujian Distribusi

Pengujian distribusi dilakukan dengan pedekatan 4 macam distribusi yaitu lognormal, normal, weibul, dan *eksponential*. Hasil pengujian distribusi data TTR dengan distribusi Weibul dapat dilihat pada Tabel 4 dan grafik seperti pada Gambar 2.

Tabel 1 Rekapitulasi Perhitungan TTR Mesin Raw Mill 4R1

No	Mesin	Nama Komponen	Waktu Stop	Waktu Start	TTR (menit)
1	4R1	4R1-S01	09-04-14 20:31	09-04-14 21:30	59
2		4R1-S01	29-06-14 23:10	30-06-14 4:00	290
3		4R1S20M1	19-07-14 21:44	19-07-14 22:40	56
4		4R1M01-T9	22-07-14 20:38	23-07-14 3:18	400
5		4R1M01-T9	27-07-14 16:14	27-07-14 17:05	51
6		4R1M01-T9	02-08-14 16:30	02-08-14 20:55	265
7		4R1	08-08-14 10:20	08-08-14 19:06	526
8		4R1 M02M3	09-08-14 0:10	09-08-14 0:55	166
9		4R1	09-08-14 11:04	09-08-14 13:50	45
10		4R1	10-08-14 3:15	10-08-14 4:55	100
11		4R1S08	10-08-14 7:20	10-08-14 12:30	310
12		4R1M01-T9	10-08-14 12:45	10-08-14 13:05	20
13		4R1 J01	16-08-14 18:14	16-08-14 18:48	34
14		4R1J11	18-08-14 9:00	18-08-14 9:55	55
15		4R1 S01M1	01-09-14 20:05	01-09-14 21:36	91
16		4R1 M01M2	06-09-14 10:58	06-09-14 11:05	7
17		4R1 M01M2	06-09-14 13:49	06-09-14 13:56	7
18		4R1 S01	10-09-14 12:03	10-09-14 15:14	191
19		4R1 R02	11-09-14 8:00	11-09-14 9:59	119
20		4R1S01M2	13-09-14 2:08	13-09-14 2:46	38
21		4R1S01M2	13-09-14 2:59	13-09-14 3:16	17
22		4R1 M01M2	16-09-14 8:30	16-09-14 8:45	15
23		4R1 M01M2	20-09-14 17:11	20-09-14 17:20	9
24		4R1S20-T7	24-09-14 0:27	24-09-14 1:30	63
25		4R1S01	25-09-14 5:44	25-09-14 6:25	41
26		4R1M01-T9	27-09-14 14:14	27-09-14 14:15	1
27		4R1M01-T9	27-09-14 14:16	27-09-14 16:14	118
28		4R1S20-T7	28-09-14 11:22	28-09-14 12:50	88
29		4R1 S08M1	03-10-14 5:32	03-10-14 5:55	23
30		4R1 M03M1	03-10-14 6:12	03-10-14 6:50	38
31		4R1 M03M1	03-10-14 13:33	03-10-14 13:59	26
32		4R1 M01-T9	06-10-14 9:50	06-10-14 11:20	90
33		4R1 M03M1	23-10-14 23:43	24-10-14 0:08	25
34		4R1 M01M6	25-10-14 18:09	25-10-14 20:58	169
35		4R1 M03M1	01-11-14 1:42	01-11-14 3:17	95
36		4R1 R02M1	03-11-14 17:00	03-11-14 21:15	255
37		4R1 R02M1	04-11-14 4:30	04-11-14 7:28	178
38		4R1	06-11-14 0:34	06-11-14 0:41	7
39		4R1 S02M1	23-11-14 9:58	23-11-14 10:47	49
40		4R1 S02	24-11-14 6:06	24-11-14 6:48	42
41		4R1 S02	30-11-14 9:45	30-11-14 10:09	24
42		4R1 S02	30-11-14 12:47	30-11-14 19:00	373
43		4R1-J10	01-12-14 0:35	01-12-14 2:55	140
44		4R1	04-12-14 15:42	04-12-14 16:32	50
45		4R1	04-12-14 17:12	04-12-14 21:10	238
46		4R1-S02M1	07-12-14 8:10	07-12-14 9:15	65
47		4R1-S02	14-12-14 1:20	14-12-14 1:48	28
48		4R1-A01	19-12-14 1:54	19-12-14 2:00	6
49		4R1J11	24-12-14 11:50	24-12-14 12:00	10
50		4R1-S20T8	26-12-14 7:15	26-12-14 7:45	30

Tabel 2 Rekapitulasi Perhitungan TBF Mesin Raw Mill 4R1

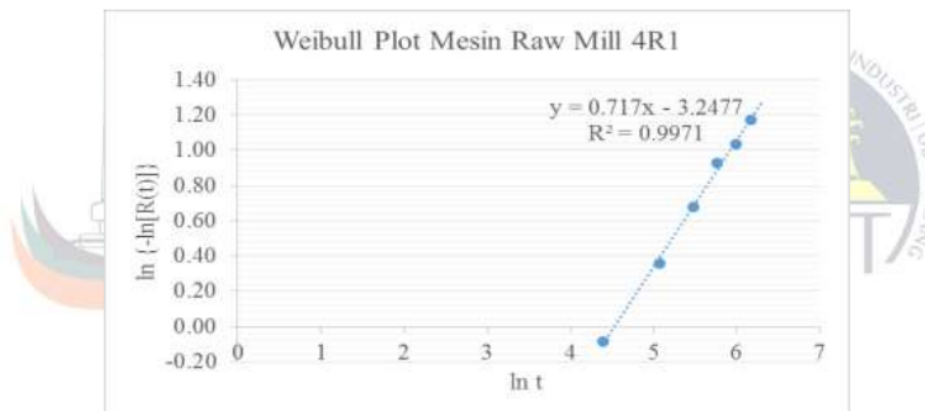
No	Mesin	Nama Komponen	Waktu Stop	Waktu Start	TBF (jam)
1	4R1	4R1-S01	09-04-14 20:31	09-04-14 21:30	0.98
2		4R1-S01	29-06-14 23:10	30-06-14 4:00	1950.50
3		4R1S20M1	19-07-14 21:44	19-07-14 22:40	474.67
4		4R1M01-T9	22-07-14 20:38	23-07-14 3:18	76.63
5		4R1M01-T9	27-07-14 16:14	27-07-14 17:05	109.78
6		4R1M01-T9	02-08-14 16:30	02-08-14 20:55	147.83
7		4R1	08-08-14 10:20	08-08-14 19:06	142.18
8		4R1 M02M3	09-08-14 0:10	09-08-14 0:55	7.83
9		4R1	09-08-14 11:04	09-08-14 13:50	10.90
10		4R1	10-08-14 3:15	10-08-14 4:55	15.08
11		4R1S08	10-08-14 7:20	10-08-14 12:30	7.58
12		4R1M01-T9	10-08-14 12:45	10-08-14 13:05	0.58
13		4R1 J01	16-08-14 18:14	16-08-14 18:48	149.72
14		4R1J11	18-08-14 9:00	18-08-14 9:55	39.12
15		4R1 S01M1	01-09-14 20:05	01-09-14 21:36	347.68
16		4R1 M01M2	06-09-14 10:58	06-09-14 11:05	109.48
17		4R1 M01M2	06-09-14 13:49	06-09-14 13:56	2.85
18		4R1 S01	10-09-14 12:03	10-09-14 15:14	97.30
19		4R1 R02	11-09-14 8:00	11-09-14 9:59	18.75
20		4R1S01M2	13-09-14 2:08	13-09-14 2:46	40.78
21		4R1S01M2	13-09-14 2:59	13-09-14 3:16	0.50
22		4R1 M01M2	16-09-14 8:30	16-09-14 8:45	77.48
23		4R1 M01M2	20-09-14 17:11	20-09-14 17:20	104.58
24		4R1S20-T7	24-09-14 0:27	24-09-14 1:30	80.17
25		4R1S01	25-09-14 5:44	25-09-14 6:25	28.92
26		4R1M01-T9	27-09-14 14:14	27-09-14 14:15	55.83
27		4R1M01-T9	27-09-14 14:16	27-09-14 16:14	1.98
28		4R1S20-T7	28-09-14 11:22	28-09-14 12:50	20.60
29		4R1 S08M1	03-10-14 5:32	03-10-14 5:55	113.08
30		4R1 M03M1	03-10-14 6:12	03-10-14 6:50	0.92
31		4R1 M03M1	03-10-14 13:33	03-10-14 13:59	7.15
32		4R1 M01-T9	06-10-14 9:50	06-10-14 11:20	69.35
33		4R1 M03M1	23-10-14 23:43	24-10-14 0:08	420.80
34		4R1 M01M6	25-10-14 18:09	25-10-14 20:58	44.83
35		4R1 M03M1	01-11-14 1:42	01-11-14 3:17	150.32
36		4R1 R02M1	03-11-14 17:00	03-11-14 21:15	65.97
37		4R1 R02M1	04-11-14 4:30	04-11-14 7:28	10.22
38		4R1	06-11-14 0:34	06-11-14 0:41	41.22
39		4R1 S02M1	23-11-14 9:58	23-11-14 10:47	418.10
40		4R1 S02	24-11-14 6:06	24-11-14 6:48	20.02
41		4R1 S02	30-11-14 9:45	30-11-14 10:09	147.35
42		4R1 S02	30-11-14 12:47	30-11-14 19:00	8.85
43		4R1-J10	01-12-14 0:35	01-12-14 2:55	7.92
44		4R1	04-12-14 15:42	04-12-14 16:32	85.62
45		4R1	04-12-14 17:12	04-12-14 21:10	4.63
46		4R1-S02M1	07-12-14 8:10	07-12-14 9:15	60.08
47		4R1-S02	14-12-14 1:20	14-12-14 1:48	160.55
48		4R1-A01	19-12-14 1:54	19-12-14 2:00	120.20
49		4R1J11	24-12-14 11:50	24-12-14 12:00	130.00
50		4R1-S20T8	26-12-14 7:15	26-12-14 7:45	43.75

Tabel 3 Kelas dan Frekuensi Relatif Data TTR Mesin Raw Mill 4R1

Kelas	Batas Bawah	Batas Atas	Titik Tengah Kelas	Frekuensi	Frekuensi Relatif	Probabilitas Komulatif	t	$\hat{R}(t)$
						0	0	1
1	0.95	80.416	40.68	30	0.6	0.6	80.42	0.4
2	80.416	159.882	120.15	8	0.16	0.76	159.88	0.24
3	159.882	239.348	199.61	5	0.1	0.86	239.35	0.14
4	239.348	318.814	279.08	3	0.06	0.92	318.81	0.08
5	318.814	398.28	358.55	1	0.02	0.94	398.28	0.06
6	398.28	477.746	438.01	1	0.02	0.96	477.75	0.04
7	477.746	557.746	517.75	2	0.04	1	557.75	0
Total				50				

Tabel 4 Perhitungan Uji Distribusi Weibull Data TTR Mesin Raw Mill 4R1

t	ln t	$\hat{R}(t)$	ln $\hat{R}(t)$	ln [-ln $\hat{R}(t)$]
0		1	0	
80.416	4.38721	0.4	-0.92	-0.09
159.882	5.07444	0.24	-1.43	0.36
239.348	5.47792	0.14	-1.97	0.68
318.814	5.76461	0.08	-2.53	0.93
398.28	5.98715	0.06	-2.81	1.03
477.746	6.16908	0.04	-3.22	1.17
557.746	6.3239	0		



Gambar 2 Weibull Plot Mesin Raw Mill 4R1

Berdasarkan grafik, terbentuk kurva dengan persamaan regresi yaitu $y = 0.717x - 3.2477$ dengan koefisien regresi atau R^2 yaitu sebesar 0.9971. Persamaan regresi dan koefisien regresi ini digunakan untuk melakukan perhitungan estimasi parameter yang akan digunakan dalam perhitungan MTTR.

Pemilihan distribusi Weibull sebagai distribusi data yang cocok adalah karena distribusi ini memiliki koefisien determinasi terbesar. Rekapitulasi pengujian distribusi data menggunakan 4 jenis distribusi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Rekapitulasi Uji Distribusi Data TTR Mesin Raw Mill 4R1

Jenis Distribusi	Persamaan Regresi	Koefisien Determinasi	Koef. Determinasi Terbesar
Exponential	$y = -0.0065x - 0.2757$	0.9767	0.9971
Weibull	$y = 0.717x - 3.2477$	0.9971	
Normal	$y = 0.0037x + 0.0859$	0.9627	
Lognormal	$y = 0.8525x - 3.5437$	0.9915	

- c. Penentuan parameter distribusi
 Penentuan parameter ini dilakukan untuk mengetahui nilai parameter yang digunakan untuk menghitung MTTR dan MTBF. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai parameter sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{1}{\text{gradien persamaan regresi}}$$

$$\mu = -c \times \sigma$$

$$\sigma = 1,395$$

$$\mu = 4,529$$

- d. Pengujian kecocokan distribusi
 Pengujian kecocokan distribusi dilakukan untuk mengetahui apakah hipotesis yang telah dibuat dapat diterima atau ditolak. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Hipotesis untuk penentuan distribusi data TTR mesin Raw Mill 4R1 adalah :
 Ho = Distribusi data TTR mengikuti jenis distribusi weibull
 H₁ = Distribusi data TTR mengikuti jenis distribusi lainnya.
 Jika nilai D_n (D_{hitung}) < D_{tabel} maka Ho dapat diterima sesuai hipotesisnya.
 Pengujian Kolmogorov-Smirnov dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Uji Kolmogorov-Smirnov Data TTR Mesin Raw Mill 4R1

No	Batas Bawah	Batas Atas	Frekuensi	Probabilitas Kumulatif Pengamatan (Fo(t))	$z = \frac{\ln t - \mu}{\sigma}$	Probabilitas Kumulatif Teoritik (Fn(t))	Absolut Fo(t) - Fn(t)	Dn = max {absolut Fo(t) - Fn(t) }
1	0.95	80.42	30	0.6	-0.10	0.46	0.14	0.14
2	80.42	159.88	8	0.76	0.39	0.65	0.11	
3	159.88	239.35	5	0.86	0.68	0.75	0.11	
4	239.35	318.81	3	0.92	0.89	0.81	0.11	
5	318.81	398.28	1	0.94	1.05	0.85	0.09	
6	398.28	477.75	1	0.96	1.18	0.88	0.08	
7	477.75	557.75	2	1	1.29	0.90	0.10	

Berdasarkan hasil pengujian, maka diketahui bahwa nilai statistik hitung (D_n) adalah 0,14. Nilai statistik D_{tabel} yang didapatkan dengan tingkat kepercayaan 95% (alfa=5%) dan derajat kebebasan (jumlah data) = 50 pada tabel Kolmogorov-Smirnov adalah 0,188. Hal ini menunjukkan hipotesis Ho diterima.

- e. Penentuan Nilai MTTR
 Penentuan nilai MTTR dilakukan dengan menggunakan parameter yang telah didapatkan dari hasil perhitungan sebelumnya. Nilai MTTR untuk mesin Raw Mill 4R1 adalah sebesar 4,08 jam. Ini berarti perbaikan untuk satu kali kerusakan mesin Raw Mill 4R1 menghabiskan waktu rata-rata sebesar 4,08 jam. Rumus yang digunakan untuk penentuan nilai MTTR ini adalah sebagai berikut.

$$MTTR = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$$

4. Perhitungan MTBF (*Mean Time Between Failure*)

Perhitungan MTBF dilakukan dengan cara yang sama dengan perhitungan MTTR. Langkah-langkah perhitungan MTBF sama dengan langkah-langkah perhitungan MTTR. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai MTBF mesin *Raw Mill* 4R1 adalah sebesar 7,18. Ini artinya, mesin ini akan mengalami kerusakan rata-rata satu kali dalam rentang waktu 7,18 hari.

A. Perhitungan MTTR dan MTBF Mesin *Raw Mill* 4R2

Penghitungan MTTR dan MTBF untuk mesin *Raw Mill* 4R2 dilakukan dengan cara yang sama dengan perhitungan MTTR dan MTBF mesin *Raw Mill* 4R1. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai MTTR mesin *Raw Mill* 4R2 adalah sebesar 1,5 jam. Artinya, waktu perbaikan yang dibutuhkan pada satu kali kerusakan mesin adalah sebesar 1,5 jam. Nilai MTBF mesin *Raw Mill* 4R2 adalah sebesar 26 hari. Artinya, interval waktu kerusakan pertama dan kerusakan berikutnya pada mesin ini adalah 26 hari. Hal ini lebih baik daripada mesin *Raw Mill* 4R1.

B. Perhitungan *Availability* Mesin *Raw Mill*

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai *Availability* mesin *Raw mill* 4R1 adalah 98% sedangkan untuk mesin *Raw mill* 4R2 adalah sebesar 100%. Jika dibandingkan dengan nilai *Availability* pada tahun 2014 pada mesin *Raw mill* 4R1 dan mesin 4R2 secara berurutan adalah 91% dan 96%. Ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan *Availability* mesin dari perbaikan MTBF sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan.

C. Pengaruh Pemenuhan *Schedule* Pemeliharaan terhadap Nilai MTBF

Pemenuhan *schedule* pemeliharaan akan mempengaruhi nilai MTBF (*Mean Time Between Failure*). Karena, semakin tinggi tingkat pemenuhan *schedule* pemeliharaan yang dilakukan, maka seharusnya nilai MTBF juga akan semakin besar. Ketika pemeliharaan dilakukan secara rutin dan sesuai dengan jadwal pemeliharaan yang telah dilakukan, maka mesin atau peralatan tersebut akan semakin jarang mengalami kerusakan. Hal inilah yang menyebabkan nilai MTBF semakin besar. Semakin besarnya nilai MTBF menunjukkan bahwa mesin atau peralatan semakin jarang mengalami kerusakan.

D. Pengaruh *Skill* pegawai terhadap Nilai MTTR

Lamanya waktu perbaikan mesin sangat ditentukan oleh personil yang melakukan perbaikan dan bagaimana proses perbaikan tersebut berlangsung. *Skill*/ kemampuan para pegawai memang merupakan faktor yang penting dalam keberhasilan proses pemeliharaan yang dibuktikan dengan singkatnya waktu pemeliharaan itu berlangsung. Para pegawai harus mengerti dan berpengalaman dalam melaksanakan tugas pemeliharaannya. Pegawai akan diarahkan bagaimana cara mengatasi permasalahan mesin sejak awal bekerja sehingga semakin lama pengalaman kerjanya semakin mahir ia melakukan proses pemeliharaan tersebut. Semakin mahir dan tinggi *skill* seorang karyawan dalam menjalankan tugasnya khususnya dalam kegiatan pemeliharaan maka akan semakin cepat kegiatan pemeliharaan itu berlangsung dalam arti lain, waktu perbaikan untuk kerusakan mesin akan semakin singkat.

E. Usulan Pemecahan Masalah

Perbaikan dilakukan dengan meninjau lima aspek penting dalam suatu sistem kerja. Aspek penting tersebut adalah mesin, manusia/tenaga kerja, material, lingkungan, dan metode kerja. Usulan dalam upaya peningkatan nilai MTBF dan penurunan nilai MTTR serta pengoptimalan pemeliharaan listrik dan instrumen di mesin *Raw mill* pabrik Indarung IV PT. Semen Padang adalah sebagai berikut.

1. Usulan perbaikan terhadap mesin produksi

Perbaikan yang dapat dilakukan pada mesin *Raw mill* bertujuan untuk meningkatkan *availability* (ketersediaan) mesin tersebut. Ketersediaan mesin akan dapat meningkat ketika

kerusakan mesin jarang terjadi sehingga interval waktu kerusakan mesin meningkat. Usulan perbaikan untuk melakukan perbaikan terhadap mesin produksi antara lain adalah :

- a. Melakukan pemeliharaan secara tepat waktu sesuai dengan *schedule* yang telah ditetapkan
 - b. Meningkatkan upaya pemeliharaan/maintenance mesin dengan menjadwalkan waktu pemeliharaan berdasarkan nilai MTBF kerusakan mesin
 - c. Melakukan riset terhadap peralatan atau komponen mesin yang lebih tahan lama dan tidak mudah rusak.
2. Usulan perbaikan terhadap tenaga kerja
Tenaga kerja erat kaitannya dengan sistem kerja karena tenaga kerja merupakan variabel hidup dalam sistem kerja. Kesuksesan dan optimalitas sistem kerja bergantung kepada tenaga kerja yang menjalankan pekerjaan tersebut. Dalam hal pemeliharaan mesin, tenaga kerja akan menentukan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan pemeliharaan. Usulan perbaikan terhadap tenaga kerja adalah sebagai berikut.
- a. Memberikan program pelatihan khusus secara terjadwal untuk meningkatkan kemampuan/skill tenaga kerja dalam menjalankan tugas sebagai pelaku pemeliharaan. Semakin tinggi kemampuan tenaga kerja, maka pekerjaan akan diselesaikan dalam waktu yang semakin sedikit. Hal ini akan dapat mengurangi nilai MTTR.
 - b. Memberikan sanksi terhadap tenaga kerja yang melanggar aturan kedisiplinan dan memberikan *reward* terhadap tenaga kerja yang mampu menjalankan tugas dengan baik sebagai bentuk motivasi untuk meningkatkan semangat kerja para tenaga kerja.
 - c. Khusus untuk pemeliharaan listrik dan instrumen, tempatkan tenaga kerja yang benar-benar memiliki kualifikasi standar yang dibutuhkan dalam kegiatan penyelesaian pekerjaan.
3. Usulan perbaikan terhadap material
Material juga merupakan suatu hal penting yang perlu diperhatikan untuk mengurangi kerusakan mesin. Kerusakan yang terjadi akibat gangguan material contohnya adalah terjadinya *overload*. Hal ini dapat ditanggulangi dengan melakukan pengecekan secara berkala terhadap *load* atau beban dari setiap mesin/komponen mesin.
4. Usulan perbaikan terhadap lingkungan
Lingkungan sistem kerja juga mempengaruhi bagaimana tingkat kerusakan mesin yang terjadi. Semakin baik dan terjaganya lingkungan kerja akan membuat mesin bekerja dengan baik. Hal ini tentu sangat dipengaruhi oleh sistem pemeliharaan yang dilakukan terhadap mesin tersebut.
5. Usulan perbaikan terhadap metode kerja
Usulan yang diberikan terhadap metode kerja atau cara kerja yaitu melaksanakan tugas pemeliharaan dengan sistem ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien).

IV. PENUTUP

Berdasarkan pengolahan serta analisis yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Rata-rata selang waktu antar kerusakan mesin pada mesin *Raw mill* 4R1 adalah selama 7 hari dan mesin *Raw mill* 4R2 adalah selama 26 hari. Sedangkan rata-rata waktu perbaikan untuk mesin *Raw mill* 4R1 adalah selama 4 jam dan mesin 4R2 adalah selama 1,5 jam.
2. *Availability* (ketersediaan) mesin berbanding lurus dengan nilai MTBF dan berbanding terbalik dengan nilai MTTR. Artinya semakin besar selang waktu kerusakan (MTBF) maka *availability* mesin juga akan semakin meningkat. Namun, semakin besar lama waktu perbaikan (MTTR) maka *availability* mesin akan menurun.
3. Salah satu faktor yang mempengaruhi tingginya nilai MTBF adalah persentase pemenuhan *schedule* pemeliharaan. Sedangkan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai MTTR adalah kemampuan/skill para tenaga kerja.
4. Pemenuhan jadwal pemeliharaan akan mempengaruhi nilai MTBF. Semakin besar persentase pemenuhan jadwal pemeliharaan yang dilakukan, maka nilai MTBF akan semakin besar. Artinya, kerusakan mesin akan semakin jarang terjadi.

3

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S., 1993, *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia (FE-UI)
- Corder, A.S., 1988, *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta : Erlangga
- Dhillon, B.S., 1997, *Reliability Engineering in System Design and Operation*. Singapore : Van Nostrand Reinhold Company, Inc
- Ebeling, C.E., 1997, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore : The McGraw Hills Companies Inc
- Gaspersz, V., 1992, *Analisis Sistem Terapan: Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*. Bandung : Tarsito
- Jardine, A.K.S., 1973, *Maintenance, Replacement, and Reliability*. Canada : Pitman Publishing Corporation



1

Analisis Pemeliharaan Mesin Raw Mill Pabrik Indarung IV PT Semen Padang

ORIGINALITY REPORT

%**9**

SIMILARITY INDEX

%**9**

INTERNET SOURCES

%

PUBLICATIONS

%**0**

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

www.esthetichienne.be

Internet Source

%**4**

2

docplayer.info

Internet Source

%**2**

3

citatoungy.blogspot.com

Internet Source

%**2**

4

www.isccastel.it

Internet Source

%**1**

5

issuu.com

Internet Source

%**1**

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES < 1%